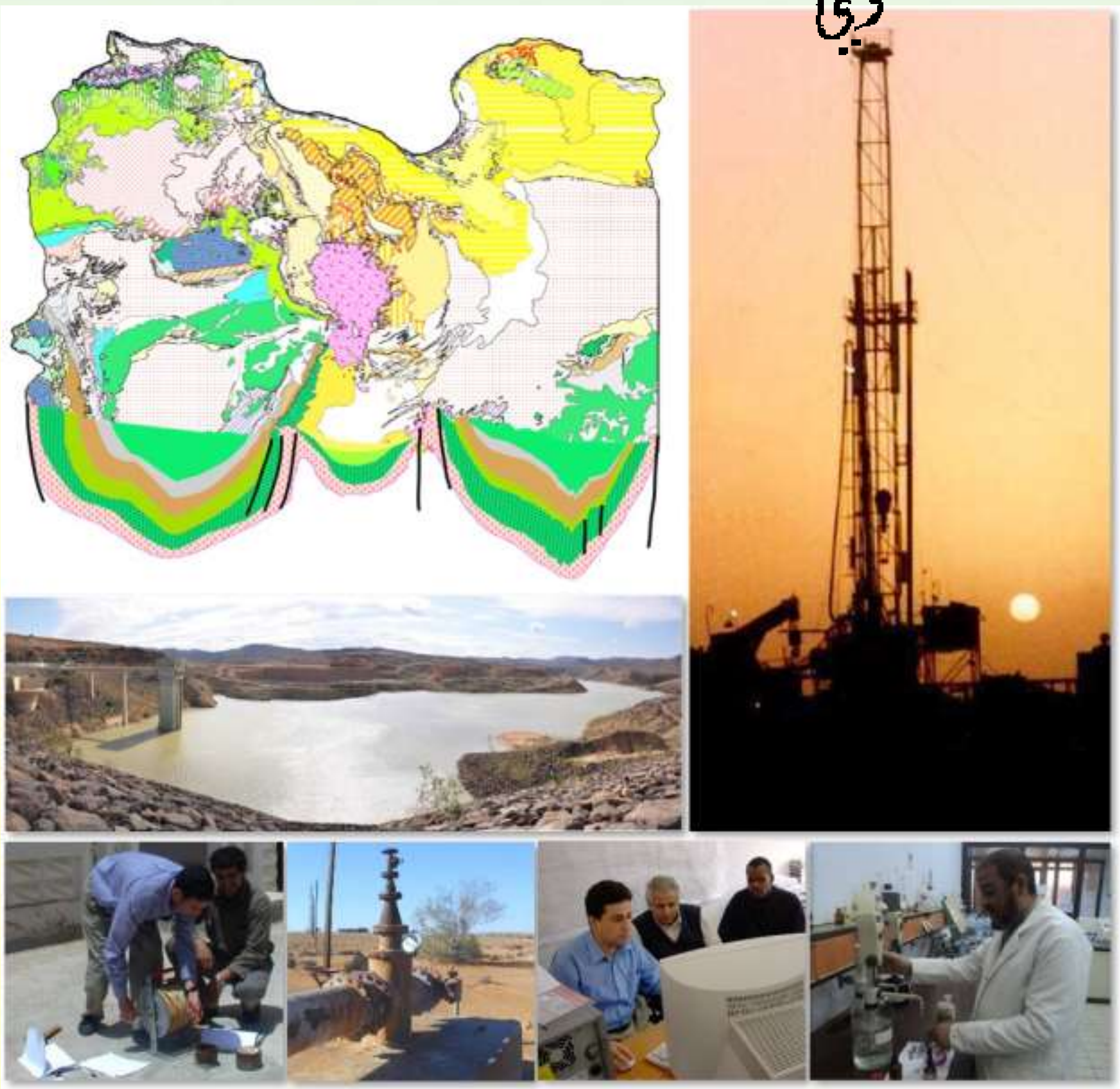
مصادر المياه في ليبيا

(تنمية وتقييم وإدارة موارد المياه في ليبيا)



سليمان صالح سليمان الباروني

طرابلس - ليبيا a2023

مصادر المياه في ليبيا

(تنمية وتقييم وإدارة موارد المياه في ليبيا)

إعداد

سليمان صالح سليمان الباروني

طرابلس – ليبيا

2023 م

منشورات جامعة نالوت

مصادر المياه في ليبيا

(تنمية وتقييم وإدارة موارد المياه في ليبيا)

سليمان صالح سليمان الباروني

• رقم الايداع : 2022-708

• ردمك : ISBN 9 7 8 9 9 5 9 9 4 6 0 0 3

• الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب
دار الكتب الوطنية بنغازي. ليبيا

• هاتف. 9090509 - 9096379 - 9097074

• بريد مصور 9097073

• البريد الإلكتروني Nat_lib_libya@hotmail.com

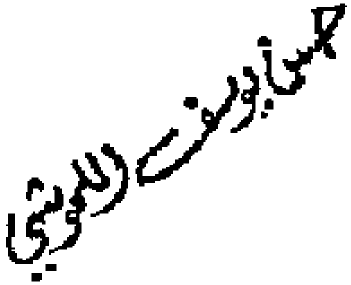
2023

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾
سورة الأنبياء الآية 30.

﴿ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ﴾
سورة الأعراف الآية 31

﴿ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ سورة الروم، الآية 41



الإهداء

إلى أبي وأمي رحمهما الله .... إلى ذلك النور الذي لا زال ينير طريقي،

إلى عائلتي .... إلى من وفروا لي الجو المناسب لإنجاز هذا العمل

إلى كل مهتم بهذا المجال،

إلى وطني الغالي،

أهدي

ثمرة جهدي .... ونتاج عمل دؤوب متواصل

لسنوات طويلة في قطاع المياه في ليبيا

المحتويات **الصفحة**

مقدمة

بالرغم من أن ليبيا تعاني من ندرة وشح المياه، فقد تعرضت هذه المياه خلال العقود الأخيرة إلى تدهور خطير نتيجة الاستغلال غير المرشد وغير المتوازن مما نتج عنه ظواهر بيئية سلبية، يتطلب الإسراع في اتخاذ التدبير اللازمة لمواجهتها.

إن تقييم موارد المياه من أهم الخطوات التي على أساسها سيتم وضع السياسات والخطط والبرامج التي تهدف إلى استغلال هذه الموارد وتنميتها وحمايتها من الهدر والإستنزاف والتلوث، لتحقيق التنمية المستدامة للموارد المائية وتعزيز الأمن المائي، بما يكفل حقوق الأجيال القادمة في الحصول على المياه للعيش فوق هذه الرقعة من الأرض.

هذا الكتاب يتضمن معلومات عن الموارد المائية في ليبيا من حيث تواجدها في أحواض المياه الرئيسية، كما يتضمن تقييم لهذه الموارد وطرق تنميتها واستعمالاتها وإدارتها، وذلك من خلال ما هو متاح من بيانات ومعلومات تم تجميعها من التقارير الفنية، والأوراق البحثية، والدراسات الهيدروجيولوجية الاستكشافية والتفصيلية المحلية والإقليمية على مدى العقود الخمسة الماضية.

لقد تم في هذا الكتاب طرح العديد من المواضيع والقضايا والمشاكل المتعلقة بالموارد المائية في ليبيا صنفت في إحدى عشرة فصلاً أشتملت على: المعلومات العامة، المناخ، الجيولوجية، الموارد المائية التقليدية (المياه السطحية والجوفية)، وخزانات المياه الجوفية وخصائصها الجيولوجية والهيدروليكية والهيدروكيميائية، وتواجدها، تقييم للموارد المائية المتاحة (التقليدية وغير التقليدية)، وتأثير الاستغلال على هذه الموارد، ومشاكل التلوث، المؤسسات ذات العلاقة بالمياه، القوانين والتشريعات المتعلقة بالمياه، استراتيجيات إدارة الموارد المائية، ودراسات أحواض

المياه الجوفية المشتركة وإدارتها، الرؤية المستقبلية للسياسة المائية في ليبيا، ثم المراجع التي تم الاستعانة بها في إعداد هذا الكتاب.

سوف يجد كل المهتمين بالشأن المائي في ليبيا وطلبة المعاهد والجامعات والباحثين والمهنيين في قطاعات المياه والقطاعات ذات العلاقة بالمياه هذا الكتاب إن شاء الله مرجعاً علمياً مفيداً ومهماً بين أيديهم.

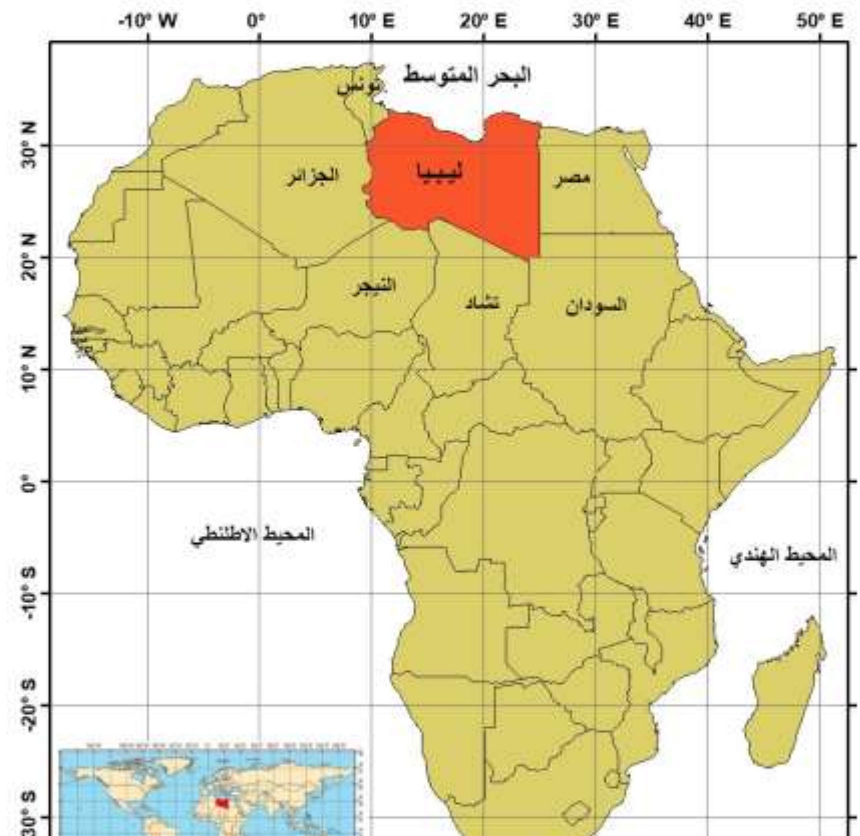
وإنني أتقدم بخالص الشكر لجميع الذين ساعدوا في توفير المعلومات والبيانات اللازمة لإعداد هذا الكتاب، واخص بالذكر مركز الوثائق بالهيئة العامة للمياه سابقاً.

هيدروجيولوجي / سليمان صالح الباروني

الفصل الأول - معلومات عامة

1-1- الموقع

تقع ليبيا في وسط شمال القارة الأفريقية، يحدها من الشمال البحر المتوسط (بشريط ساحلي يبلغ طوله حوالي 1950 كيلومتر)، ومن الجنوب تشاد والنيجر، ومن الشرق مصر والسودان، ومن الغرب تونس والجزائر (شكل 1-1)، وتقدر مساحة هذه الرقعة الشاسعة ما يقارب 1.676 مليون كلم مربع وتقسم هذه المساحة إلى ثلاث مناطق رئيسية:



شكل (1-1) خريطة موقع ليبيا

أ- منطقة السهول الساحلية وتمتد على طول ساحل البحر المتوسط من الشرق إلى الغرب حيث تتميز بمناخها المعتدل وبها أعلى كثافة سكانية.

ب- المناطق الجبلية والمرتفعات ومنها:

- الجبال الساحلية وتشمل جبل نفوسة (الجبل الغربي)، والجبل الأخضر.
- الجبال والمرتفعات الصحراوية منها جبال الهروج، والعوينات الشرقية والغربية، جبال تيبستي، جبل الحساونة، جبال أكاكوس، وغيرها.

ج- منطقة الصحراء، وتغطي ما يزيد عن 85 **%** من مساحة البلاد.

1-2- التوزيع السكاني

يعتبر التعداد السكاني المصدر الرئيسي في جميع دول العالم لدراسة السكان من حيث عددهم وتوزيعهم الجغرافي وتركيبهم النوعي والعمري وخصائصهم من حيث حجم قوة العمل وحالتهم الاجتماعية والتعليمية خلال فترة زمنية محددة، حيث أن هذه البيانات على درجة كبيرة من الأهمية في ما يتعلق بالتخطيط والتطوير والتنمية بأبعادها الاقتصادية والاجتماعية.

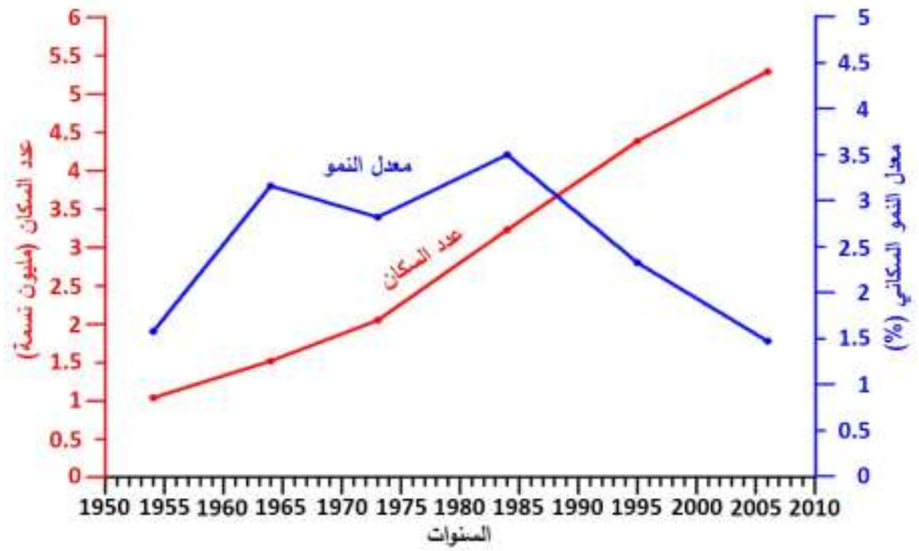
لقد أجريت في ليبيا حتى الآن ست تعدادات للسكان، كان أولها تعداد عام 1954 ثم تتالت التعدادات بصورة شبه منتظمة حتى عام 2006م (جدول 1-1)، وقبل ذلك لم يتوفر أي تعداد سكاني شامل بالمعنى المعروف، وتشير البيانات المتوفرة بأن التقديرات العثمانية للسكان الليبيين عام 1843م قد بلغ نحو 518000 نسمة، وصل بعد ذلك في عام 1908م إلى حوالي 560000 نسمة، ليرتفع عددهم وفقاً لإحصاء عام 1931م إلى نحو 655000 نسمة ثم إلى نحو 733000 نسمة في عام 1936م والذان تم إجراؤهما خلال فترة الاحتلال الإيطالي للبلاد. علماً بإن تلك الإحصاءات لا يمكن الاستناد إليها والأخذ بنتائجها للظروف الصعبة التي كانت تمر بها البلاد خلال فترة الاحتلال الايطالي.

قدر عدد السكان في ليبيا حسب التعداد المنفذ في سنة 2006م بحوالي 5.658 مليون نسمة (5.298 ليبيون و 360 الف غير ليبيون) يتركز حوالي 70% من السكان بمدن مناطق الشريط الساحلي الذي يتمتع بمناخه المتوسط المعتدل وخصوبة أراضيه وتوفر سبل الحياة الهادئة. أكثر من 45% من السكان يعيش في مدن طرابلس وبنغازي ومصراته والزاوية بكثافة سكانية قدرت بحوالي 45 شخص للكيلومتر المربع، أما في بعض المناطق الجنوبية فلا يتجاوز 0.3 شخص للكيلومتر المربع. وإذا تم تقسيم المساحة الاجمالية لليبيا على العدد الاجمالي للسكان فستكون الكثافة السكانية حوالي 3.24 شخص للكيلومتر المربع. يوضح جدول (1-1) توزيع السكان ومعلات النمو ونسبة الحضر من سنة 1954 إلى سنة 2006م. شكل (1-2) يبين عدد السكان ومعدلات النمو خلال نفس الفترة.

جدول (1-1) توزيع السكان ومعدلات النمو ونسبة الحضر (1954- 2006م)

السنة	عدد السكان			معدل النمو لليبين (%)	نسبة الحضر (%)
	ليبيون	غير	الإجمالي		
1954	1041600	47289	1088889	1.9	25
1964	1515500	43839	1559339	3.8	47
1973	2052372	196865	2249237	3.4	57.5
1984	3231059	411517	3642576	4.21	66
1995	4389739	409326	4799065	2.80	85.39
2006	5298152	359540	5657692	1.78	87.73

المصدر: التعداد السكاني 1973 – 2006م



شكل (1−2) عدد السكان ومعدلات النمو السكاني (1954م − 2006م)

ويتبين من خلال جدول (1−1) وشكل (1−2)، أن إجمالي عدد السكان في إزدياد خلال الفترة من 1954م إلى 2006م، حيث ازداد السكان خمسة اضعاف عددهم عن عام 1954م، وصاحب ذلك بالطبع تزايداً في معدل النمو السنوي، وحقق معدلات عالية جداً خاصة بين تعدادي 1964م و 1984م، حيث بلغ معدل النمو للسكان الليبيين ما بين 3.4% و 4.2%، كمؤشر واضح لتنامي المردودات الاقتصادية وتوفر الرعاية الصحية والاجتماعية، ثم شهد هذا المعدل تناقص بين تعدادي 1995م و2006م، وسجل معدلاً قدره (2.8% و 1.8%) على التوالي، ربما كان تحت تأثير الضغوط الاقتصادية للأسرة وازدياد تكاليف المعيشة وتوفير مقتضيات الحياة العصرية، والعزوف عن الزواج، وإجراءات تنظيم الأسرة ونحوها.

1-3- نشاط السكان

يتمثل نشاط السكان في ليبيا في المجالات التالية:

1-3-1- النشاط الزراعي

يعتبر النشاط الزراعي من أهم الحرف التي يمارسها الليبيون. وتنقسم الزراعة في ليبيا إلى نوعين:

- زراعة بعلية، وهي تعتمد كلياً على الأمطار وتتركز في المناطق الجبلية، وبعض السهول التي تنحدر اليها مياه المرتفعات المجاورة. أهم المحاصيل التي يتم إنتاجها من خلال هذا النوع من الزراعة الشعير والقمح وأشجار الزيتون والتين واللوز والنخيل.

- زراعة مروية، وهي تعتمد على الري من مياه الآبار، وتتركز أغلبها في مناطق الواحات الجنوبية (الكفرة والسرير)، وفي السهول الساحلية (سهل الجفارة وسهل بنغازي)، ويتم إنتاج الشعير والقمح، أشجار الفواكه والخضروات بجميع أنواعها.

1-3-2- الرعي

يعتبر الرعي من أهم الحرف في الاقتصاد الليبي، وهي مصدر هام للغذاء (اللحوم والألبان)، وفي الصناعة (الصوف والجلود).

تنتشر هذه الحرفة في المناطق الممتدة بين مصراتة وسرت، سهل الجفارة، والمنطقة الممتدة بين بنغازي واجدابيا، مرتفعات الجبل الأخضر وجبل نفوسة والحمادة الحمراء. تتكون الثروة الحيوانية في ليبيا من الأغنام، الماعز، الأبل، والأبقار في بعض المناطق، والدواجن.

1-3-3- الثروة البحرية

تمتاز ليبيا بساحل بحري طويل (حوالي 1950 كيلومتر)، ويزخر بالعديد من أنواع الأسماك والحيوانات البحرية، حيث أهتم الليبيون منذ القدم بحرفة الصيد، وهي توفر لهم الغذاء بالإضافة إلى قيام بعض الصناعات عليها.

1-3-4- الثروة المعدنية

يعتبر النفط والغاز من أهم الثروات المعدنية في ليبيا، حيث تم اكتشاف النفط في عام 1957م وبدأ في انتاجه في عام 1961م، وتكمن أهميته في أنه من أهم مصادر الطاقة، مادة خام لبعض الصناعات، مصدر هام للنقد الأجنبي، ويتح فرص عمل كثيرة لليبين.

لقد أثبتت الدراسات الجيولوجية وجود كميات كبيرة من المعادن المختلفة في ليبيا متمثلة في خام الحديد بوادي الشاطئ، والجبس في بئر الغنم، والبوتاس بواحة مرادة والسبخات الواقعة شمال غرب ليبيا، وسبخات غرب براك، والذهب في جبل أركنو وجبل العوينات الشرقية.

1-3-5- الصناعة

للصناعة أهمية كبيرة في ليبيا لأنها تحقق تطور اقتصادي كبير، وترفع من مستوى الدخل القومي. أهم الصناعات القائمة في ليبيا هي:

- تكرير النفط والبتروكيماويات.
- الحديد والصلب.
- الأسمنت ومواد البناء.
- الصناعات الغذائية بجميع أنواعها.
- صناعة الغزل والنسيج.
- صناعة الجلود.

الفصل الثاني - المنــاخ

2-1- البيانات المناخية

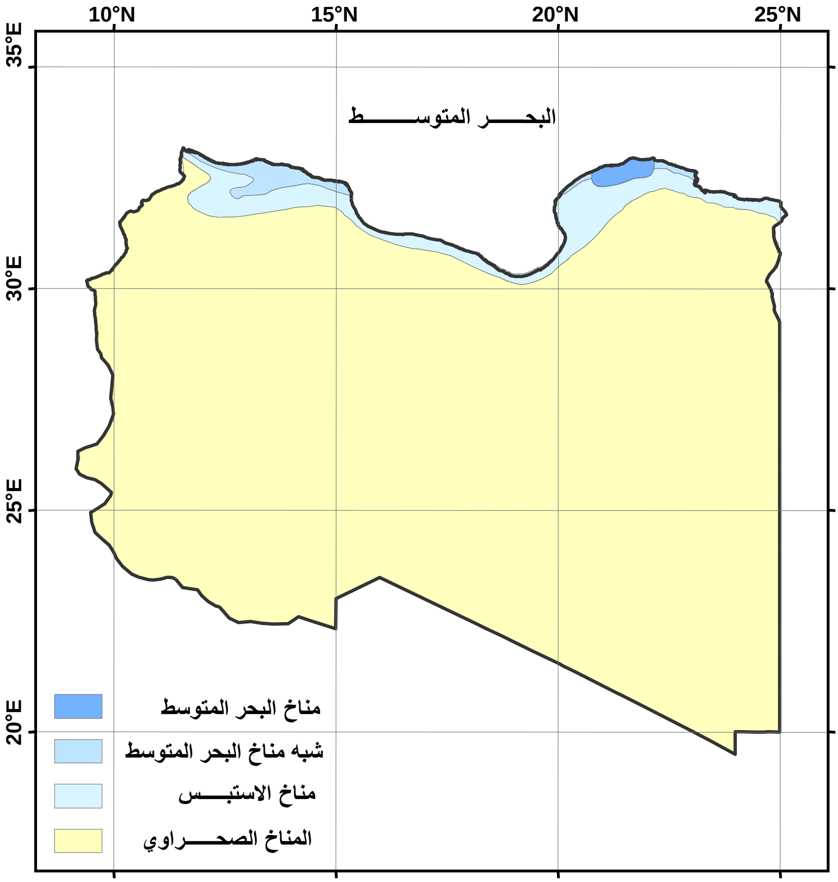
يتأثر مناخ ليبيا إلى حد كبير بوجود الصحراء الكبرى في الجنوب والبحر المتوسط في الشمال، وبالتالي يختلف مناخها من مناخ البحر المتوسط في الجزء الساحلي الضيق إلى شبه صحراوي إلى صحراوي في الجنوب. يمكن تقسيم ليبيا إلى المناطق المناخية التالية كما هو مبين في شكل (2-1):

أ- مناخ البحر المتوسط (شبه مداري) يظهر هذا المناخ على أعالي مناطق الجبل الأخضر ويمتاز بصيف جاف وشتاء رطب نسبيا.

ب- شبه مناخ البحر المتوسط ويغطي الشريط الساحلي في الأجزاء الشمالية الشرقية والشمالية الغربية من ليبيا، جبل نفوسة وسهل الجفارة التي تتميز باعتدال المناخ خاصة في الصيف وارتفاع كميات الأمطار والرطوبة وانخفاض درجة الحرارة في فصل الشتاء مع احتمال هطول الثلوج في بعض الأحيان.

ج- مناخ الاستبس (شبه الصحراوي) ويوجد في الغالب على المنحدرات الجنوبية لجبل نفوسة، والجبل الأخضر والجزء الغربي من سهل الجفارة.

د- المناخ الصحراوي في المناطق الجنوبية، والذي يمتاز بالتباين الكبير جداً في درجات الحرارة خاصة بين النهار والليل، الأمطار نادرة وغير منتظمة وتقل تدريجياً حتى تنعدم في أقصى الجنوب.

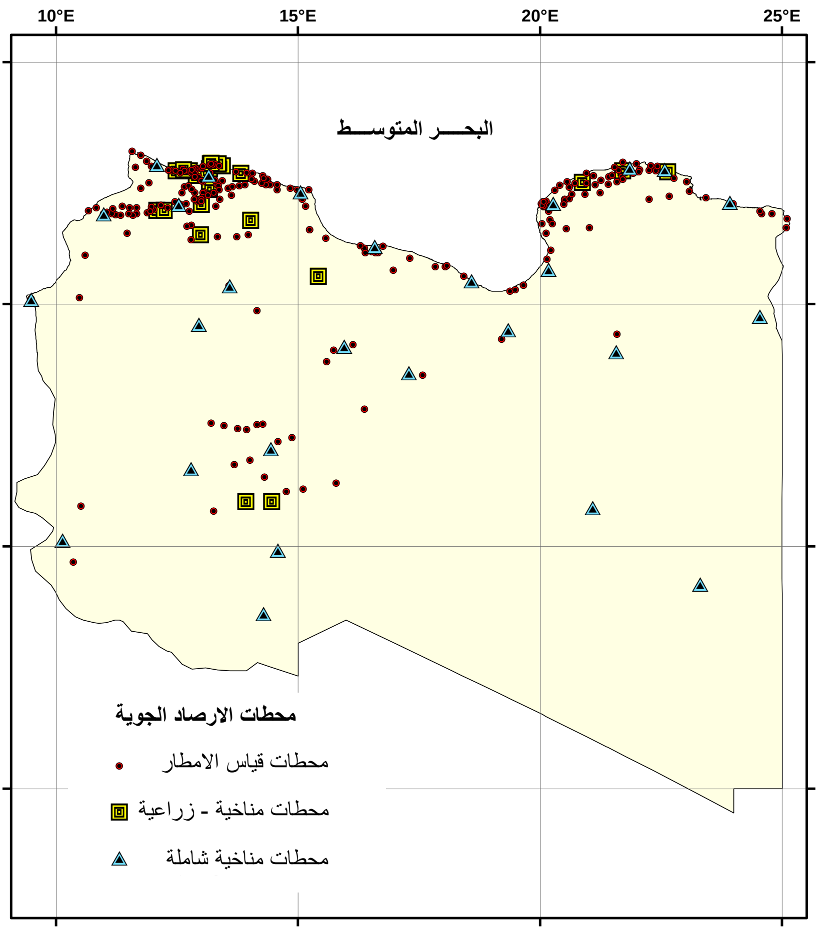


شكل (2−1) المناطق المناخية في ليبيا

من خلال البيانات المناخية المتحصل عليها من المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية. تتكون شبكة مراقبة الأرصاد الجوية من 297 محطة، منها 247 محطة مناخية (محطات مناخية شاملة، ومحطات مناخية زراعية) و250 محطات لقياس الأمطار. شكل (2−2) خريطة تبين التوزيع الجغرافي لهذه المحطات، وجدول (2−1) يوضح بيانات المحطات المناخية الشاملة في ليبيا.

في الآونة الأخيرة (منذ عام 2004م) تم انشاء شبكة محطات المناخ الآلية لتحسين خدمات الأرصاد الجوية في ليبيا. ومن بين أهداف هذا المشروع تركيب العديد من

محطات الأرصاد الجوية الذاتية من أجل تطوير شبكة مراقبة المناخ في ليبيا. تتكون هذه الشبكة من19 محطة مناخية ساحلية شاملة (المعلومات تقاس كل 6 دقائق)، وعدد 5 محطات مناخية شاملة بالمناطق الصحراوية (البيانات تقاس كل 3 ساعات)، وعدد 2 محطات بحرية وعدد 4 أجهزة قياس هطول الأمطار (البيانات تستقبل كل 3 ساعات). المعلومات المستلمة من هذه المحطات يتم مقارنتها مع البيانات المتحصل عليها من الرادار (3 محطات ردارية ركبت على طول الشريط الساحلي).



شكل (2-2) خريطة توزيع محطات الأرصاد الجوية

جدول (2-1) بيانات المحطات المناخية الشاملة في ليبيا

المحطة	سنوات القياس	درجة الحرارة (درجة مئوية)					الرطوبة النسبية (%)	البخر (ملم)	سطوع الشمس (ساعات)	سرعة الريح (عقدة)	معدل المطر (ملم)
		المعدل اليومي	اقصى معدل	أدنى معدل	اقصى حرارة	أدنى حرارة					
زوارة	2009 - 1945	20.0	24.6	15.4	50.2	− 1.1	73.1	1761	8.2	8.2	224.3
طرابلس (المطار)	2009 - 1944	20.6	27.1	14.0	48.4	−1.3	61.8	2654	8.4	7.3	277.3
طرابلس	2010 - 1931	20.3	25.1	15.5	47.0	−0.6	64.3	1610	8.4	4.4	340.5
الخمس	2010 - 1990	20.5	25.4	15.6	48.5	0.4	72.5	1766	8.5	7.0	294.3
مصراته	2010 - 1945	20.5	25.1	15.8	47.6	0.0	70.9	2118	8.6	7.9	277.6
سرت	2010 - 1946	20.5	25.0	16.0	48.5	1.0	70.8	2102	8.8	8.1	183.4
اجدابيا	2010 - 1946	20.7	26.8	14.6	47.4	0.0	61.3	2354	9.2	5.9	148.9
بنغازي (بنينة)	2010 - 1945	20.1	25.2	15.0	45.6	0.6	65	2338	8.8	10.2	267.4
شحات	2010 - 1945	16.6	20.8	12.3	42.0	− 1.8	69.2	1830	8.1	9.0	559.8
درنة	2010 - 1945	20.1	23.4	16.8	44.8	−4.4	71.6	2141	8.0	12.2	266.5
الجغبوب	2010 - 1947	21.5	29.1	13.8	47.9	− 3.0	49.1	3177	9.1	6.2	13.6
صرمان	2008 - 1925	20.1	25.5	14.6	49.9	− 0.5	64.8	1854	8.7	5.3	247.3
الرجبان	2010 - 1982	17.6	24.4	11.1	44.8	−7.0	51.8	2941	8.7	8.4	233.2

يتبع جدول (1-2)

المحطة	سنوات القياس	درجة الحرارة (درجة مئوية) المعدل اليومي	اقصى معدل	أدنى معدل	اقصى حرارة	أدنى حرارة	الرطوبة النسبية (%)	البخر (ملم)	سطوع الشمس (ساعات)	سرعة الريح (عقدة)	معدل المطر (ملم)
الزنتان	2010 - 1968	17.4	24.0	10.3	46.0	-4.5	61.6	2997	9.2	8.5	226.7
يفرن	2010 - 1983	19.1	23.5	14.8	45.2	-1.5	53.6	2941	8.8	8.5	267.1
نالوت	2010 - 1931	19.1	24.5	13.8	54.0	- 3.9	50.5	3272	9.1	9.0	144.1
غريان	2009 - 1924	18.1	23.1	13.0	44.8	- 6.7	52.1	3002	8.1	8.4	344.1
غدامس	2009 - 1944	22.0	29.8	14.3	50.6	- 8.0	35	4693	9.5	8.7	34.2
القريات	2009 - 1968	20.6	27.9	13.2	46.5	- 4.2	51.4	3352	9.1	7.4	57.5
بني وليد	2009 - 1925	21.1	28.2	14.1	56.8	- 1.0	51.1	2895	9.1	8.7	67.9
مزدة	2010 - 1924	19.8	27.3	12.9	49.8	-8.6	51.1	2900	8.6	6.0	74.0
هون	2010 - 1948	21.0	29.4	12.7	48.0	- 6.9	47.6	3859	9.4	7.9	31.3
سبها	2009 - 1945	23.0	30.3	15.6	47.6	- 4.6	33.8	5015	9.9	9.5	8.8
اوباري	2009 - 1990	23.7	31.8	15.5	48.0	-4.6	33.8	3646	10.8	3.8	9.5
غات	2009 - 1979	24.1	31.9	16.5	45.8	-6.7	26.5	5622	9.6	6.4	9.7
تازربو	2009 - 1962	22.6	30.3	14.8	47.7	- 4.6	36.7	4196	10.4	4.6	2.8
جالو	2010 - 1950	22.5	29.7	15.4	49.1	- 2.8	44.6	3470	9.6	6.6	9.6
الكفرة	2010 - 1945	23.5	30.8	16.0	46.8	- 3.3	29.4	6132	10.4	8.0	1.7

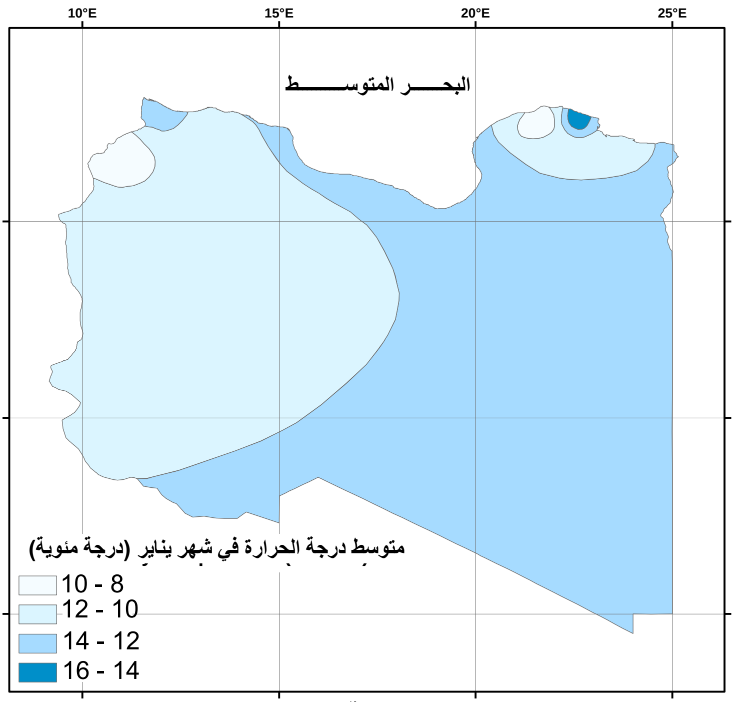
2-2- درجات الحرارة

تتميز ليبيا بدرجات حرارة مرتفعة نسبيا، تقل تدريجياً في اتجاه الشمال، مع اختلاف كبير في درجات الحرارة بين الصيف والشتاء، وكذلك بين الليل والنهار. وتتأثر درجة الحرارة بعدة عوامل منها:

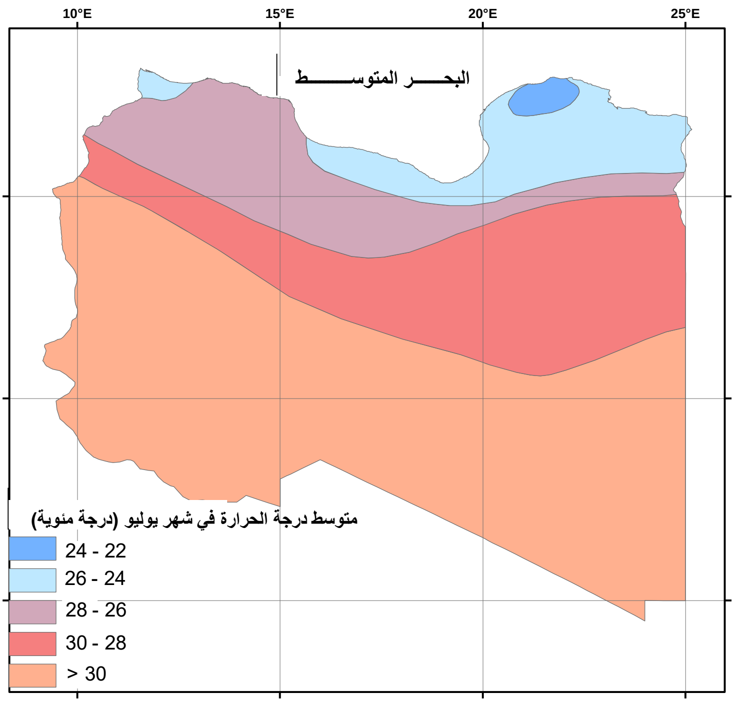
- القرب أو البعد عن الدائرة الاستوائية.
- القرب أو البعد عن البحر.
- الارتفاع والانخفاض بالنسبة لسطح البحر.
- الرياح ؛ فالرياح الشمالية تعمل على تلطيف درجة الحرارة، ورياح القبلي تعمل على رفع درجة الحرارة في المناطق التي تهب عليها.

المناخ بصفة عامة معتدل في الربيع والخريف، وبارد نسبيا في الشتاء، المعدل اليومي لدرجات الحرارة في فصل الشتاء يتراوح ما بين 16 – 24 درجة مئوية ولا يقل أدنى معدل عن 10 درجة مئوية، وربما يصل إلى أقل من 8 درجات مئوية كأدنى حرارة سجلت في ليبيا في بعض المناطق، في حين أن فصل الصيف حار نسبيا، حيث تصل درجة الحرارة إلى الحد الأقصى في شهر يوليو، وقد تصل إلى أكثر من 50 درجة مئوية. أوضحت بعض المراجع (Goudarzi 1970) بأنه تم تسجيل درجة حرارة 57 درجة مئوية في عام 1932م بالقرب من مدينة العزيزة جنوب طرابلس.

الأشكال (2-3 و 2-4) خرائط تبين متوسط درجة الحرارة في شهر يناير خلال فصل الشتاء، ومتوسط درجة الحرارة في شهر يوليو خلال فصل االصيف.



شكل (2−3) متوسط درجة الحرارة في شهر يناير



شكل (2−4) متوسط درجة الحرارة فى شهر يوليو

2-3- الرطوبة النسبية

الرطوبة النسبية تنخفض تدريجيا من الشمال إلى الجنوب. وبصفة عامة فإن متوسط الرطوبة النسبية يتراوح ما بين 26% - 73%. شكل (2-5) خريطة توضح توزيع الرطوبة النسبية في ليبيا.

يلاحظ من خلال هذه الخريطة بأن متوسط الرطوبة يأخذ في الانخفاض كلما اتجهنا جنوبًا حيث

تزداد درجة الحرارة، وتتأثر درجة الرطوبة بالقرب والبعد عن البحر.

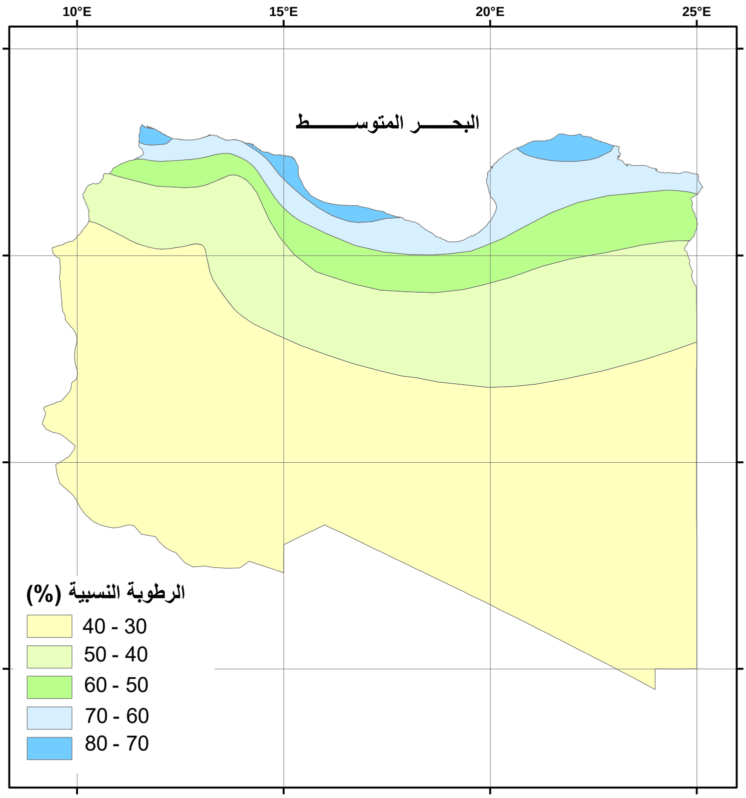
2-4- التبخر

معدلات التبخر في ليبيا عموماً عالية وتزيد في اتجاه الجنوب. أعلى معدلات التبخر تكون في فصل الصيف، وأدناها خلال فصل الشتاء.

متوسط التبخر على طول الساحل يتراوح ما بين1600-2600 ملم/السنة، أما في المناطق الجنوبية فيتراوح ما بين 3400 - أكثر من 6000 ملم/ السنة.

2-5- الهطول

الهطول المطري في ليبيا هو نوع الإعصار الذي ينتج عن المنخفضات الجوية المتكونة على البحر المتوسط أو القادمة من الغرب والتي تتميز عادة بالاختلاف في نوعيتها وكميتها وتوزيعها على طول أشهر السنة. يحدث أحيانا تساقط الثلوج في المرتفعات (جبل نفوسة والجبل الأخضر) خاصة عند تأثر البلاد بالمنخفضات الجوية القادمة من جبال الأطلس وسيبيريا.

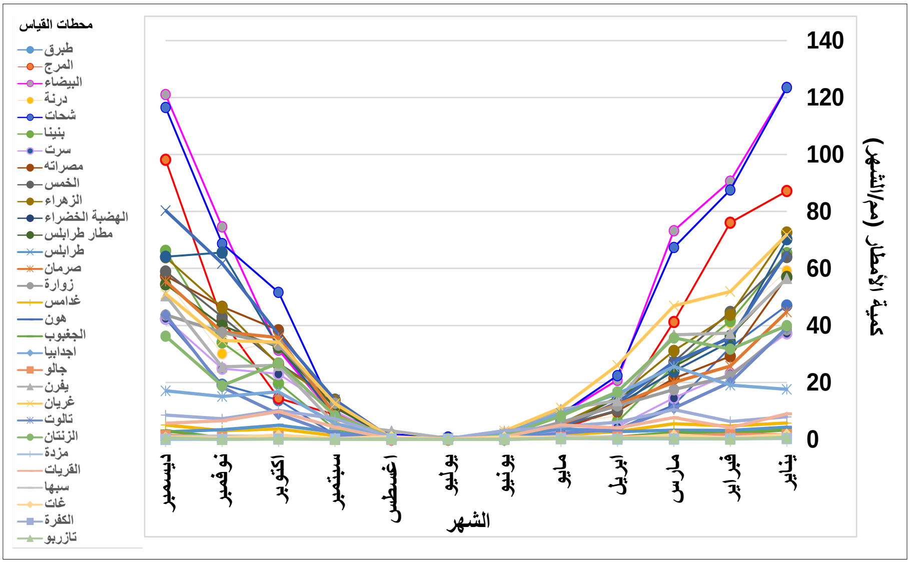


شكل (2−5) الرطوبة النسبية

يمتد الموسم المطير في ليبيا من سبتمبر حتى مايو، ويصل أقصى هطول للأمطار خلال فصل الشتاء في شهري ديسمبر ويناير، حيث قدر نسبة ما يهطل في هذين الشهرين بحوالي 45٪ من الكمية الكلية للأمطار السنوية، (شكل 2−6).

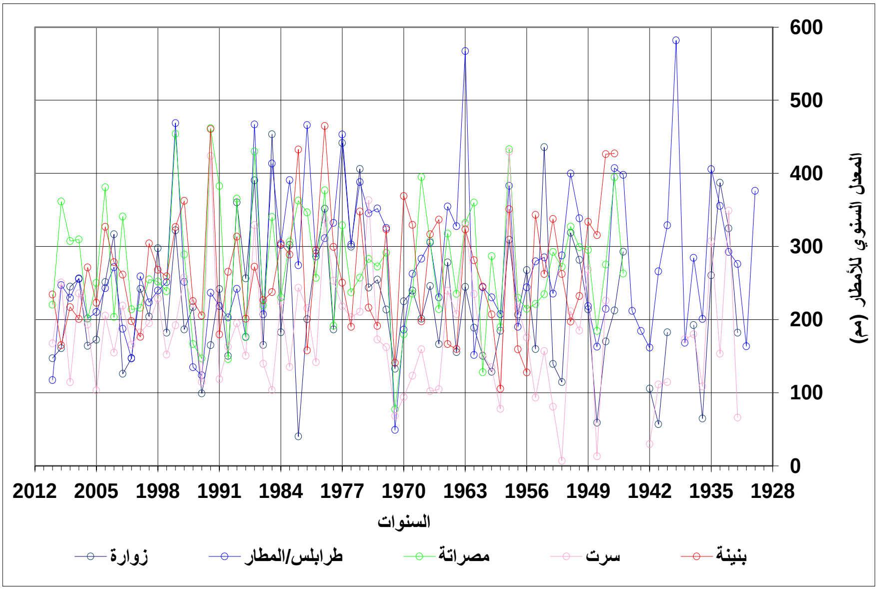
يتراوح معدل سقوط الأمطار بالمناطق الشمالية الغربية (سهل الجفارة وجبل نفوسة) ما بين 100 إلى 350 مم/السنة، أما بمناطق الشمال الشرقي (الجبل الأخضر) فيتراوح ما بين 265 إلى أكثر من 550 مم/السنة، وتقل كمية الأمطار تدريجياً كلما إتجهنا جنوباً حتى تنعدم في أقصى الجنوب، ولا يتجاوز معدل سقوط الأمطار 100مم/السنة على 96 % من مساحة ليبيا الكلية. كما قُدِّر إجمالي كمية الأمطار

التي تهطل على ليبيا ما بين 30 إلى 63 مليار متر مكعب سنوياً بمعدل 43 مليار متر مكعب سنوياً.

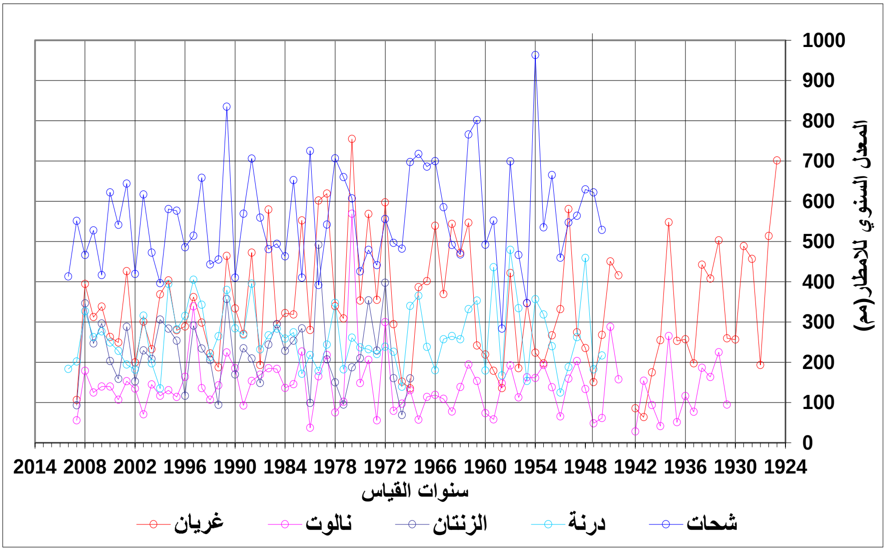


شكل (2-6) توزيع الأمطار خلال أشهر السنة

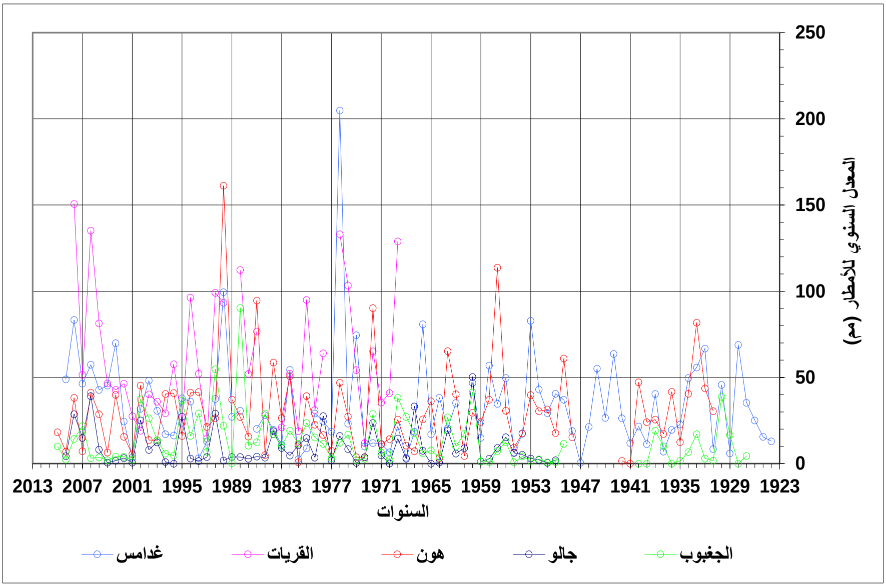
لدراسة توزيع الأمطار تم تجميع قراءات الأمطار التى سجلت بالمحطات المناخية الشاملة، وتم تصنيفها إلى أربع مجموعات وفقاً للموقع كما يلي: المناطق االساحلية، المناطق الجبلية، مناطق الوسط، والمناطق الجنوبية، كما هو مبين في الأشكال (2-7 و 2-8 و 2-9 و 2-10).



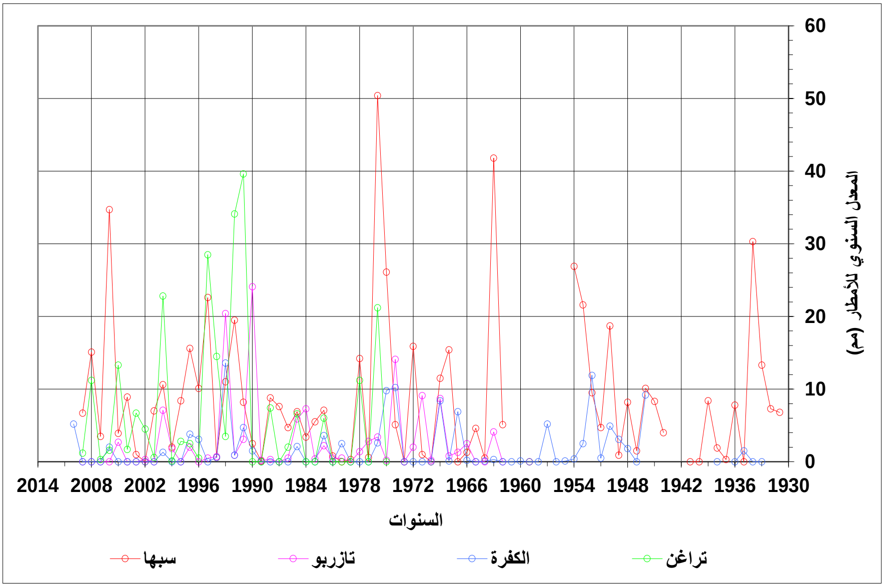
شكل (2–7) توزيع الأمطار السنوي بالمناطق الساحلية



شكل (2–8) توزيع الأمطار السنوي بالمناطق الجبلية



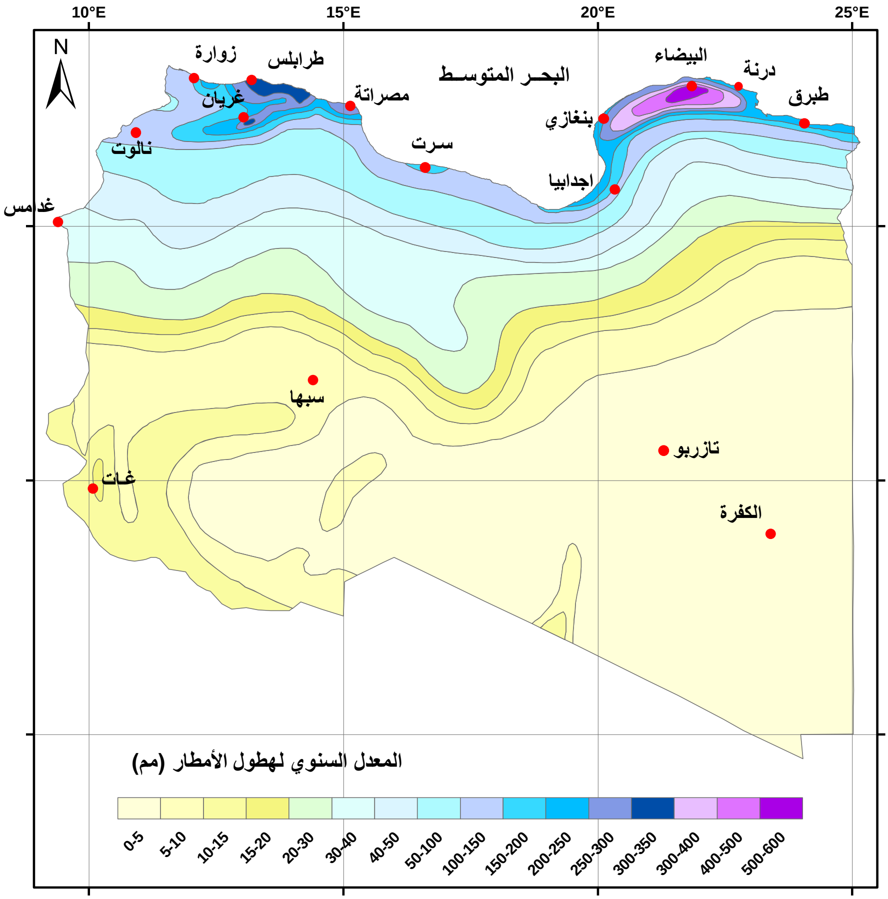
شكل (2-9) توزيع الأمطار السنوي بمناطق الوسط



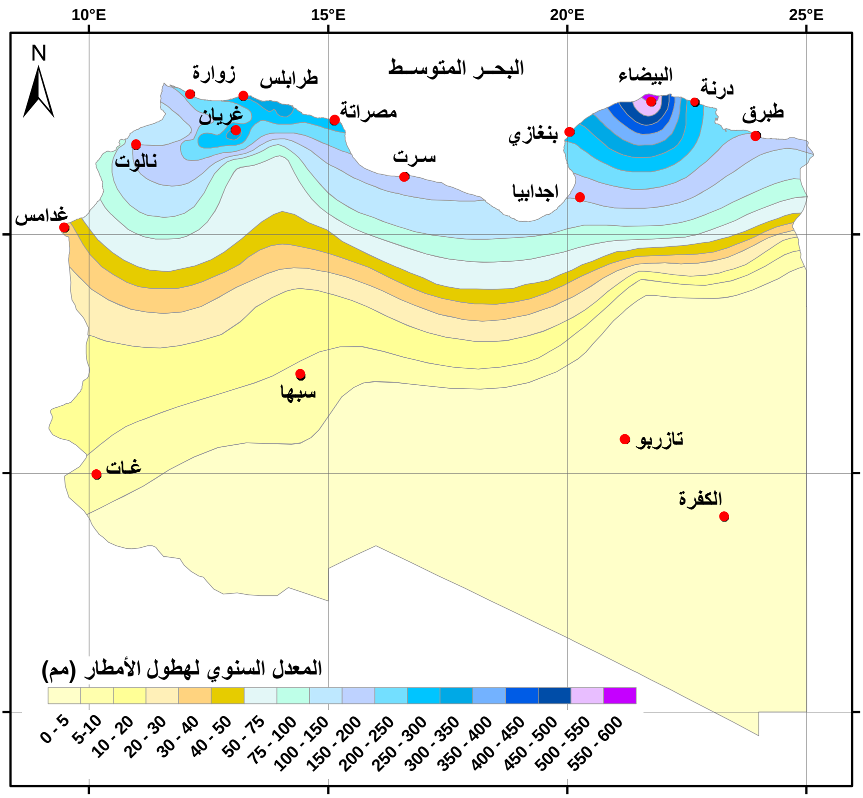
شكل (2-10) توزيع الأمطار السنوي بمناطق الجنوب

من خلال هذه الأشكال يمكن ملاحظة سنوات الجفاف والسنوات المطيرة وتعاقبها في كل مجموعة.

شكل (2−11) عبارة عن خريطة توضح توزيع المعدلات السنوية لهطول الأمطار للفترة 1926 – 1950 (Goudarzi 1970)، أما شكل (2−12) فهو عبارة عن خريطة توضح توزيع المعدلات السنوية لهطول الأمطار للفترة 1945− 2010م.



شكل (2−11) توزيع المعدلات السنوية لهطول الأمطار (1926− 1950م)



شكل (2–12) توزيع المعدلات السنوية لهطول الأمطار (1945– 2010م)

تهطل على حوض غدامس – سوف الجين أمطار معتدلة في الشمال على طول المنحدرات الجنوبية لجبل نفوسة. ويتراوح متوسط الهطول السنوي ما بين حوالي 100 إلى أكثر من 350 مم في مناطق جبل نفوسة، هذا المعدل ينخفض بسرعة في اتجاه الجنوب حتى يصل إلى أقل من 30 مم/السنة.

ذكرت بعض التقارير بأن مياه الأمطار بقت في وادي بني وليد لعدة أيام بعد الفيضانات الناتجة عن هطول الأمطار على منطقة بني وليد في أبريل 1955. لقد سجلت المحطة المناخية في بني وليد خلال هذا الشهر 34.6 مم من الأمطار هطلت في يوم واحد و63.5 مم من الأمطار هطلت في هذا الشهر.

كما سجلت المحطة المناخية في غدامس خلال الفترة من 24–27 /1976/02 هطول أمطار غزيرة على مدينة غدامس قدرت بحوالي 58 مم، تسببت هذه الكمية في حدوث فيضانات لبضعة أسابيع حتى دخلت المياه المدينة القديمة.

متوسط هطول الأمطار السنوي على حوض مرزوق يتراوح ما بين أقل من 5 – 25 مم. ومع ذلك، فقد تحدث عواصف مطرية شديدة الكثافة في بعض الأحيان في بعض المناطق من الحوض. قد تسبب هذه الأمطار الشديدة فيضانات نادرة. ففي أثناء الدراسة الهيدروجيولوجية وادي الشاطئ – الجفرة – جبل فزان التي أعدتها أيدروتكنيكو(Idrotecneco) في عام 1982م، تم تسجيل أمطار غزيرة بمحطة الأمطار براك (6.6 مم في 1978/04/14م)، وفي محطة الأمطار إدري (12.2 مم في 1979/03/20م).

خلال الأعوام 2005، 2009، 2015 لوحظ حدوث فيضانات بعد هطول الأمطار الشديدة في منطقة غات (شكل 2–13 أ، ب) ، كما اجتاح هذه المدينة حديثاً خلال الأيام 1–6 يونيو 2019م سيولاً قوية إثر أمطار غزيرة هطلت على المدينة. هذه السيول غمرت نحو 70% من مدينة غات وضواحيها، إضافة إلى سيول قوية قدمت إليها من الأودية الصحراوية الواقعة على الحدود مع الجزائر تسببت في غلق الطرق وانقطاع الاتصالات والتيار الكهربائي عن معظم هذه المناطق، كما أن هذه السيول جرفت أشجار النخيل في المنطقة، وقد غمرت المياه المنازل بالإضافة إلى وفاة أربعة أشخاص من ضمنهم ثلاث أطفال ما جعل بعض السكان يضطرون للجوء إلى أسطح المباني، ونزوح العديد من المواطنين من بيتوهم، وذلك لتواصل هذه الفيضانات الناجمة عن الأمطار الغزيرة (شكل 2–13 ج).

حدث كذلك فيضان بوادي برجوج في عام 2005م (شكل 2–14).



شكل (2–13 أ) فيضانات في منطقة غات يونيو 2005م



شكل (2–13 ب) فيضانات في منطقة غات 2009/9/3م



شكل (2–13 ج) فيضانات في منطقة غات يونيو 2019م



شكل (2-14) سيول وادي برجوج يونيو 2005م

لقد تم ملاحظه جريان سطحي وفيضانات في وادي بن غنيمة جنوب شرق مدينة زويلة في حوض مرزوق بتاريخ 2013/04/27م. وكذلك هطول أمطار غزيرة في مناطق أم الأرانب والحميرة وتربو والمجدول وزويلة في 12 أكتوبر 2013م سببت أضراراً بالمباني القديمة المبنية بالطوب والطين.

عواصف أمطار غزيرة غمرت مناطق غرب الهروج الأسود في وسط ليبيا في سبتمبر – نوفمبر عام 1963م، وكذلك في عام 2008م، وفي شهر يناير 2011م، أدت إلى فيضان الوادي مكوناً أحواض مياه كبيرة (شكل 2-15 أ و ب).

لا توجد بيانات كافية عن جريان المياه السطحية الناجم عن هذه العواصف المطرية التي تحدث من حين إلى آخر بمناطق الجنوب، وهذا يتطلب العمل على تركيب المزيد من محطات قياس الأمطار والمحطات المناخية في مناطق يتم اختيارها بناءً على ما هو متاح من بيانات.

لقد ذكر (Goudarzi 1970) هطول الثلوج في بعض الأحيان في مناطق جبل نفوسة. حدث ذلك في عام 1949م و 1956 و 1958 ثم في 1962م. وفي عام 1981م لوحظ تساقط الثلوج على طول سلسلة جبل نفوسة في المنطقة الواقعة بين مسلاتة شرقاً وككلة غرباً بسمك وصل إلى حوالي 50 سم (شكل 2-16 أ).



شكل (2– 15 أ) سيول بوادي في منطقة الهروج الأسود في عام 2011م



شكل (2– 15 ب) تكون بحيرات في منطقة الهروج الأسود نتيجة السيول

وبتاريخ 2012/2/6 هطلت ثلوج بسمك يتراوح ما بين 5 إلى 6 سم على مناطق جبل نفوسة (غريان إلى نالوت)، شكل 2–16 ب، وعلى مناطق شرق طرابلس وتاجوراء شكل 2–17.



شكل (2−16 أ) تساقط الثلوج على منطقة غريان في يناير 1981م



شكل (2−16 ب) تساقط الثلوج على منطقة غريان في فبراير 2012م



شكل (2–17) تساقط الثلوج على منطقة طرابلس في 6 /2/ 2012م

كما ذكر (Goudarzi 1970) تسجيل هطول ثلوج بسمك 40 سم في أوائل 1934م على الجبل الأخضر. وفي فبراير 1992م لوحظ كذلك تساقط الثلوج على مناطق الجبل الأخضر وصل سمكه إلى حوالي 90 سم. كما لوحظ حدوث تساقط الثلوج بسمك 50 سم في 17–19 فبراير 2008م (شكل 2–18).

وفي 14–15 فبراير 2021م غطت الثلوج شوارع مدينة البيضاء بعد هطولها بكثافة استمرت لمدة يومين نتيجة تأثر ليبيا بمنخفض جوي أوروبي ورياح قطبية مصدرها روسيا وشرق أوروبا، أدت إلى تساقط هذه الثلوج بكثافة (شكل 2–19).



شكل (2−18) تساقط الثلوج على منطقة الجبل الأخضر في 17−2008/2/19م



شكل (2−19) تساقط الثلوج على مدينة البيضاء في 14−2021/2/15م

الفصل الثالث – جيولوجية ليبيا

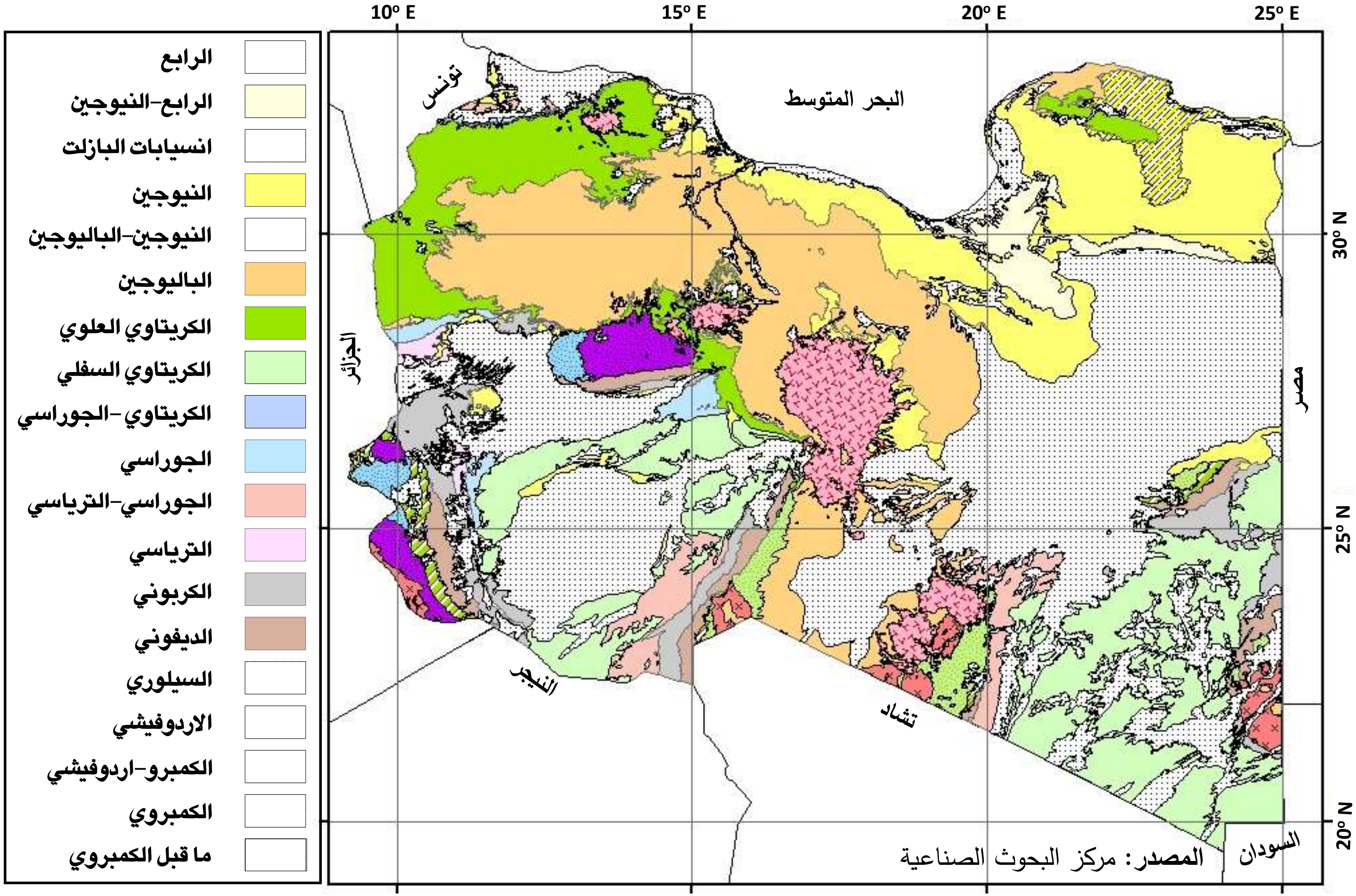
3-1- مقدمة

بدأت الدراسات الجيولوجية في ليبيا منذ فترة طويلة بهدف استكشاف الموارد الطبيعية والمعادن، ودراسة الرسوبيات للتعرف على التتابع الصخري والعمر الجيولوجي لها. ففي عام 1939م تم إعداد خريطة جيولوجية لليبيا بمقياس رسم 1:3000000، كما تم نشر خريطة جيولوجية لشمال أفريقيا تشمل النصف الغربي من ليبيا بمقياس رسم 1:2000000 من قبل المؤتمر الجيولوجي الدولي في عام 1952م، وفي عام 1964 قامت مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) بإنتاج خريطة جيولوجية لليبيا بمقياس رسم 1:2000000 من خلال البيانات المتوفرة في ذلك الوقت، وتم تحديث هذه الخريطة من قبل مركز البحوث الصناعية، الذي أنتج كذلك خريطة جيولوجية بمقياس رسم 1:1000000، بالإضافة إلى إنتاج العديد من الخرائط الجيولوجية بمقياس رسم 1:250000.

مع بداية اكتشاف النفط في منتصف الخمسينيات استمرت الدراسات الجيولوجية التفصيلية من خلال العديد من الأنشطة البحثية المختلفة، والأعمال المنشورة في النصف الأول من القرن العشرين. كما أسهمت نتائج المسوحات الجيولوجية وأنشطة الحفر التي أجريت في مجال الموارد الطبيعية (النفط والمياه والمعادن) في تحديث بيانات جيولوجيا ليبيا.

3-2- الجيولوجيا السطحية

شكل (3-1) خريطة جيولوجية ليبيا، حيث يتضح من هذه الخريطة أن صخور الأزمنة الجيولوجية تشمل صخور ما قبل الكمبري، وصخور دهر الحياة القديمة، وصخور دهر الحياة المتوسطة، وصخور دهر الحياة الحديثة.



شكل (3-1) الخريطة الجيولوجية

أ- صخور ماقبل الكمبرى (Precambrian): تعتبر هذه الصخور من أقدم صخور القشرة الأرضية، وتتكون بصفة عامة من صخور نارية ومتحولة، أغلبها من الجرانيت والكوارتزيت، وتتميز بشدة صلابتها، وتتواجد في سلسلة جبال (تيبستى وأركنو والعوينات) التي تقع جميعها في جنوب وجنوب شرق البلاد.

ب- صخور دهر الحياة القديمة (Palaeozoic): تظهر هذه الصخور في المناطق التي تقع جنوب خط عرض29^{o} شمالاً، وجميعها تتكون من الرواسب القارية التي تشمل صخور الكمبري والأردوفيشي، وتظهر في الجنوب والجنوب الغربي وجبل العوينات في الجنوب الشرقي من البلاد. وصخور العصر السيلوري، وتظهر على جوانب حوض مرزق وبالسفوح الشرقية لجبال تيبستى، وفي بعض الأماكن المتفرقة بحوض الكفرة، أما صخور العصر الديفوني فتظهر في أماكن متفرقة من البلاد، خاصة بالجهة الجنوبية من مرتفعات قرقاف وعلى السفوح الشرقية لجبل تادرارت وجبل أكاكوس، وعلى الأجزاء الشرقية من جبل ايقي وجبل الظلمة شمال الكفرة، وكذلك صخور العصر الكربوني والعصر البرمى، والتي تظهر في عدة مناطق متفرقة بالجزء الجنوبي من البلاد، منها وادي الشاطئ والعوينات، ومنطقة الواو الكبير والمنحدرات الشرقية لجبل ايقي.

ج- صخور دهر الحياة المتوسط (Mesozoic): وتشمل رواسب العصر الترياسي إلى العصر الطباشيري العلوي، التي تتكون من الأحجار الرملية المتداخلة مع طبقات من الطمي والطين والحجر الجيري والدولوميت والحجر الجيري الدولوميتي المتداخل مع المارل، والطين، والجبس، ومن أهم المناطق التي تظهر فيها هذه الصخور منطقة جبل نفوسة (الجبل الغربي).

تتكشف صخور الطباشيري العلوي بمناطق جبل نفوسة بالجزء الغربي من ليبيا والجبل الأخضر بمناطق شرق ليبيا، وتتكون أساساً من صخور كربونية (الحجر الجيري المتميز بوجود التشققات والتكهوفات، والحجر الجيري الدولوميتي، والدولوميت المتداخل مع المارل، والطين، والصلصال، والجبس.

الصخور الترياسية متكشفة أسفل صخور جبل نفوسة في شمال غرب ليبيا، تمتد من نالوت غرباً إلى غريان شرقاً، وتشمل تكوينات كرش (رأس حامية) والعزيزية وأبو شيبة وأبو غيلان والجزء السفلي من تكوين بئر الغنم.

الصخور الجوراسية موجودة أعلى الصخور الترياسية بالمناطق الممتدة من الحدود التونسية إلى منطقة يفرن، وتتكون هذه الصخور من تكوينات بئر الغنم وتكبال.

وتغطي الرواسب القارية من دهر الحياة المتوسط معظم جنوب ليبيا. وتظهر هذه الرواسب عند حواف حوض مرزق، وتغطي كذلك مساحات شاسعة من حوض الكفرة. وهي تعادل الرواسب القارية في حوض الصحراء الشمالي الغربي في شمال غرب أفريقيا (تكوين ككلة في شمال غرب ليبيا). وتتكون من التكوينات القارية ما بعد التاسيلي والحجر الرملي النوبي، وهي عبارة عن طبقات سميكة من الحجر الرملي المتداخل مع الغرين والطين والصلصال.

د- صخور دهر الحياة الحديث (Cenozoic): نتيجة لغمر البحار مناطق شاسعة من البلاد في بداية دهر الحياة الحديث، والتي امتدت أغلبها عبر خليج سرت حتى وصلت إلى الأجزاء الشمالية من سفوح جبال تيبستي في الجنوب، أدى إلى تكون رسوبيات بحرية ضخمة هي عبارة عن طبقات من الأحجار الجيرية والدولوماتية والمارلية الغنية بالأصداف، ولكثرة

النشاط البركانى في أماكن عديدة من البلاد خلال هذا الزمن، فقد تكون ما يعرف بصخور العصر الترياسى النارية. أما في أواخر العصور الجيولوجية لدهر الحياة الحديث أي خلال الدور الرابع فقد انحسرت البحار عن البلاد نهائياً عدا المناطق المنخفضة القريبة من الساحل، مما أتاح الفرصة لتكون الرواسب القارية (البرية).

تشكل رواسب العصر الرابع الصحراء الليبية ومناطق الكثبان الرملية وسهول الحصى الهائلة والسهول الساحلية للبحر المتوسط. تتكون هذه الرواسب من الطين والرمل والكلكارينايت (الرمال الجيرية) والكالسيت والرواسب الرياحية والنهرية والرواسب الملحية في المنخفضات (رواسب السبخات) والرواسب السطحية غير المتماسكة محلية التكون من الحصى مع بعض الغرين والرمال التي تشكل سطح الصحراء.

رواسب العصر الثالث التابعة للبليوسين، الميوسين، الاوليجوسين، الإيوسين والباليوسين، تتكون من حجر رملي بحري إلى قاري، حجر جيري، حجر جيري مارلي مع تداخلات من المارل والطين والجبس في بعض الأحيان، وتحتوي هذه الصخور في أغلب التكوينات على حفريات.

الصخور البركانية في ليبيا تتمثل في التدفقات المنبثقة من البازلت وكذلك البازلت والفونوليت المتصلبة في جوف الأرض. هذه الصخور تم ملاحظة وجودها جيداً في شمال شرق وشمال حوض مرزوق وفي الهروج الأسود، جبال السوداء وجبل الحساونة، وكذلك في المنطقة الواقعة بين غريان، ترهونة، مزدة، وبني وليد. وكتداخلات متفرقة في وسط القباب الموجودة في غريان والمناطق المتاخمة لها. بالإضافة إلى التكشفات الأخرى في جبل ايقي بمنطقة تيبيستي في جنوب وسط ليبيا؛ وجنوب جبل العوينات في شرق حوض الكفرة، واو الناموس في شرق حوض مرزوق.

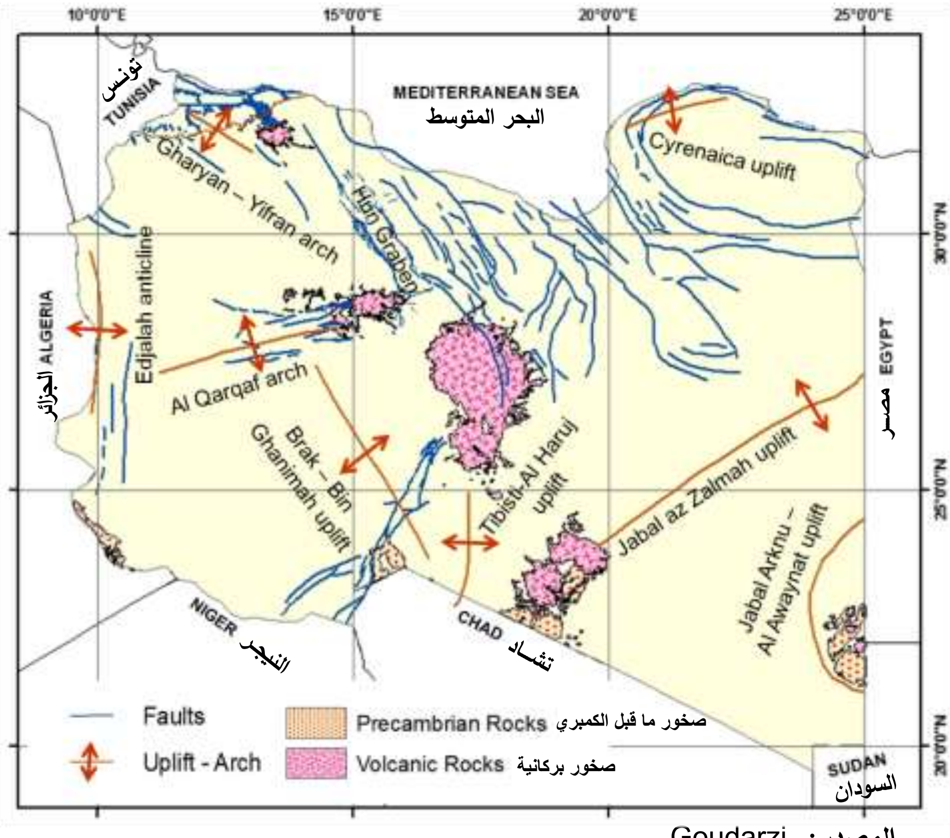
تتواجد هذه الصخور البركانية في اشكال مورفولوجية مختلفة، فضلا عن أنواع مختلفة من الصهير. تتراوح في العمر من ما بعد الإيوسين إلى الهولوسين.عموما، هذه الصخور البركانية يعتقد بأنها تكونت نتيجة للتحركات على طول التشققات والصدوع الطولية الكبيرة.

3-3- الجيولوجية التركيبية

ذكر (Goudarzi 1980) في ورقته "الجيولوجيا التركيبية – ليبيا" التي نشرت في المؤتمر الثاني لجيولوجية ليبيا، أن ليبيا تقع على بر البحر المتوسط للدرع الأفريقي، وتمتد على شكل أحواض ترابية. الاضطرابات الضخمة الرئيسية في الدهر الباليوزوي، وخلال العصر الطباشيري، تسببت في حدوث الارتفاعات، الأغوار، الهبوط، الفوالق، والتي شكلت الميزات التركيبة الجيولوجية والتكتونية الأساسية الحالية. شكل (3-2) خريطة توضح السمات الهيكلية والتكتونية الرئيسية في ليبيا. هناك العديد من الدراسات والورقات العلمية التي تطرقت إلى الجيولوجيا الحركية في ليبيا يمكن الرجوع اليها لمن يبحث عن التفاصيل في هذا الموضوع.

في مجال المياه يلعب النشاط الجيولوجي الحركي المتمثل في الفوالق والأغوار والإرتفاعات والمنخفضات دور مهم في بعض المناطق، خاصة فيما يتعلق بتكوين الأحواض المائية، الإمتداد الأفقي للخزانان الجوفية، وقد يسبب في تغيير الخواص الهيدروليكية، سمك الطبقات الحاملة للمياه وتركيبها الصخري نتيجة لحصول الإزاحات العمودية للطبقات الصخرية، ويكون هذا التغيير على مسافات قصيرة من جانبي التراكيب التكتونية، والنشاط الجيولوجي الحركي سيكون له تأثير على انتاجية الآبار المحفور بالقرب منه، وعلى نوعية المياه.

أن وجود الفوالق في بعض المناطق قد يكون أحد أهم الأسباب لتكون العيون والينابيع والبحيرات المائية، خاصة تلك التي يكون مصدرها الخزانات الجوفية العميقة. كما لوحظ ارتفاع درجات حرارة المياه الجوفية في الآبار المحفورة بالقرب من النشاط الجيولوجي الحركي في ليبيا (مثل منخسف هون).



المصدر: Goudarzi

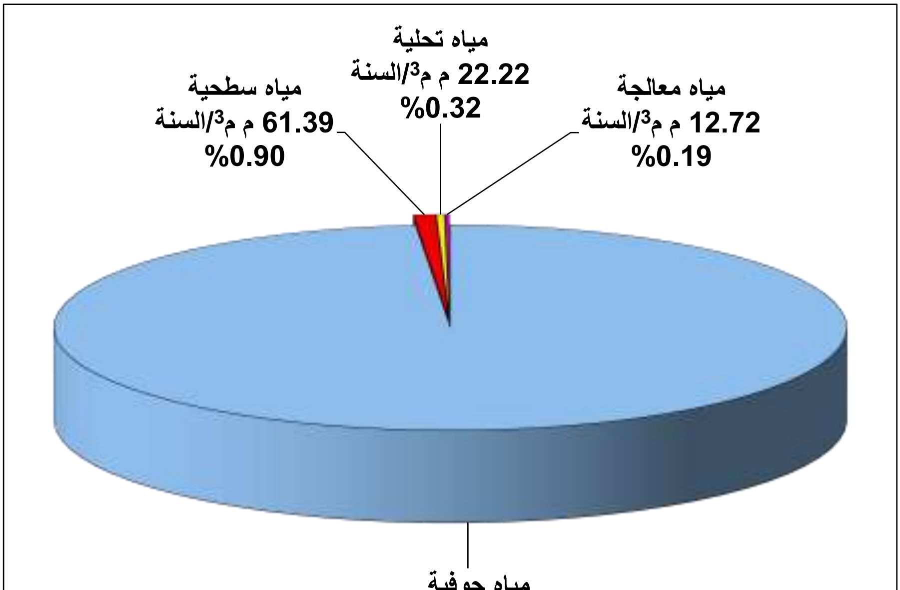
الشكل (3–2) الخريطة التكتونية

الفصل الرابع – الموارد المائية

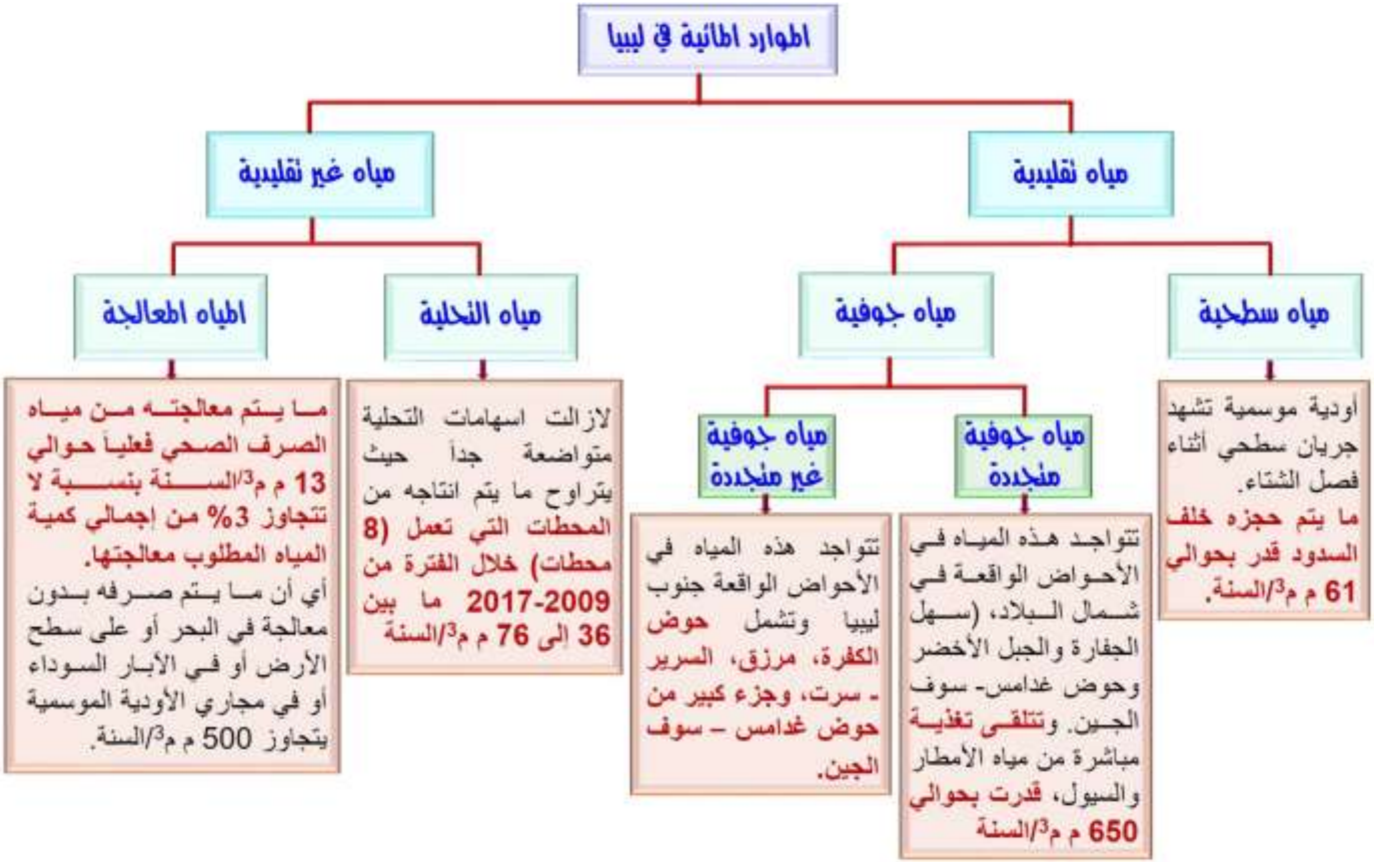
تصنف الموارد المائية المتاحة في ليبيا إلى:

- الموارد المائية التقليدية، وتشمل المياه السطحية، والمياه الجوفية.
- الموارد المائية غير التقليدية، وتشمل تحلية مياه البحر، ومياه الصرف الصحي المعالجة.

شكل (4–1) يوضح كميات ونسب موارد المياه المتاحة للاستغلال من المصادر المختلفة (مياه جوفية، مياه سطحية، المياه المحلاة ومياه الصرف الصحي المعالجة) في سنة 2020م. أما شكل (4–2) فهو ملخص لبيانات هذه الموارد.



شكل (4–1) موارد المياه المتاحة للاستغلال من المصادر المختلفة (2020م)



شكل (4-2) بيانات موارد المياه المتاحة للاستغلال من المصادر المختلفة

4-1- الموارد المائية التقليدية

4-1-1- موارد المياه السطحية

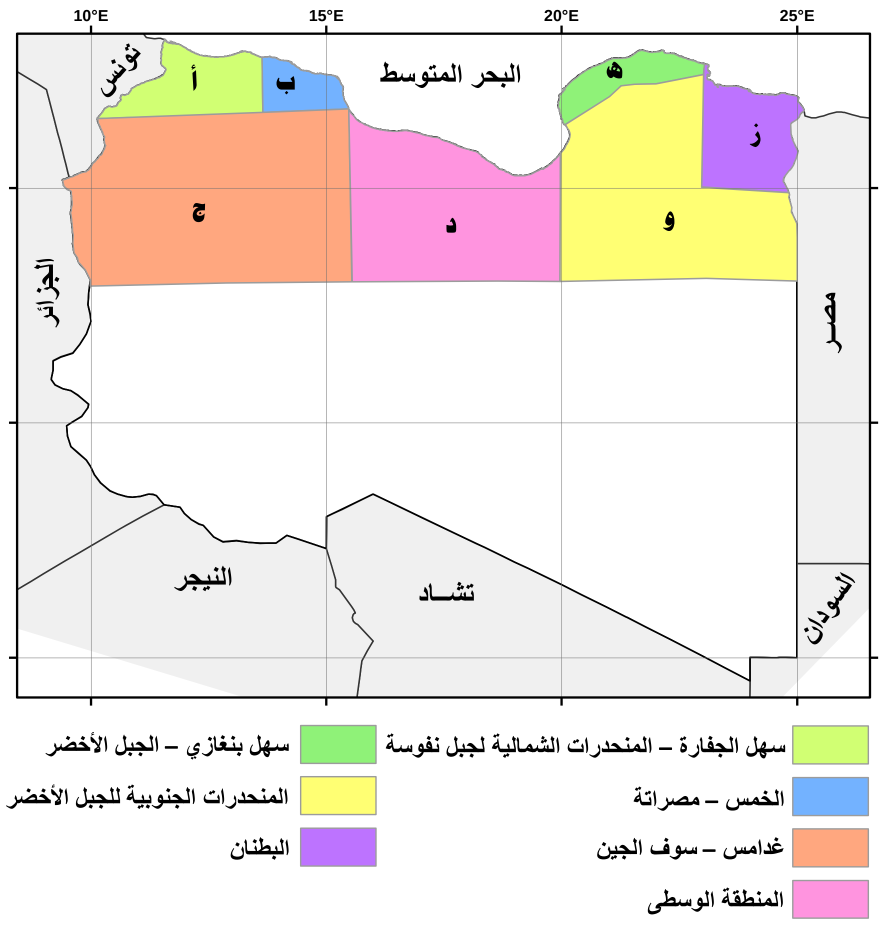
تفتقر ليبيا إلى مصادر المياه السطحية دائمة الجريان، ما عدا بعض الأودية الموسمية التي تتخلل السفوح الشمالية والجنوبية لجبل نفوسة والجبل الأخضر المتميزة بإرتفاع نسبي في معدلات سقوط الأمطار، حيث تشهد هذه الأودية جرياناً سطحياً من حين إلى أخر أثناء فصل الشتاء. بعض هذه الأودية تصب حمولتها في البحر، والبعض الأخر تختفي مياهها قبل الوصول إلى المصب.

قدر اجمالي كميات الجريان السطحي للأودية التى تجري في اتجاه سهل الجفارة بحوالي 87 مليون متر مكعب سنوياً، هذا الجريان يمثل حوالي 2% - 7.5% (بمعدل 5%) من الكمية الإجمالية من مياه الأمطار التي تستقبلها أحواض التجميع بهذه الأودية، بينما يتوزع الباقي بين التبخر الكلي والتسرب في باطن الأرض.

قدر الجريان السطحي لوادي سوف الجين بحوالي 93 مليون متر^3/السنة، ووادي زمزم بحوالي 25 مليون متر^3/السنة، كما يوجد عدد من الأودية بمنطقة نالوت ومزدة وغدامس تشهد جرياناً سطحياً يمكن أن تكون له أهمية. يوجد بالمنطقة الشرقية (الجبل الاخضر) عدد من الأودية الموسمية قدر جريانها السطحي ما بين 80 إلى 140 مليون متر^3/السنة.

وللوديان أهمية هيدروجيولوجية واقتصادية في المناطق الجافة، وللاستفادة من مياه الأودية الموسمية تم أعداد برنامج تضمن تقسيم ليبيا إلى سبع مناطق (شكل 4-3)، وتم تجميع كافة البيانات من واقع الدراسات المبدئية والتفصيلية (جدول 4-1) لتكون أساساً لاستكمال الدراسات الخاصة للاستفادة من مياه هذه الأودية، واعتبرت مجموعة الأودية التى تصب مياهها في البحر ذات أولوية في انشاء السدود عليها للاستفادة من هذه المياه قبل وصولها إلى البحر. وفي هذا الإطار تم انشاء عدد 18 سداً رئيسياً بلغ حجم تخزينها السنوي حوالي 61 مليون

متر مكعب من المياه (جدول 4-2). الأشكال (4-4 إلى 4-9) عبارة عن صور فوتوغرافية لبعض السدود المقامة في ليبيا. هذا وستصل كمية مياه الجريان السطحي التي يمكن حجزها بعد تنفيذ السدود التي تم دراستها (جداول 4-3 و 4-4) إلى أكثر من 110 مليون متر مكعب/السنة.



شكل (4-3) مناطق دراسات الاستفادة من مياه الأودية

جدول (4-1) كميات المياه السطحية التى يمكن حجزها خلف السدود

المنطقة	الإجمالي القابل للتخزين	المتحكم فيه سنة 1977	المتحكم فيه حاليا	المتوقع التحكم فيه مستقبلاً
سهل الجفارة وسفح الجبل الغربي (أ)	87	10.10	25.50	47.30
الخمس – مصراته (ب)	27	13.50	17.40	20.76
حوض غدامس – سوف الجين (ج)	16	–	–	13.10
المنطقة الوسطى (د)	3	0.90	1.80	2.10
سهل بنغازي – الجبل الأخضر (هـ)	45	13.60	15.95	35.90
جنوب الجبل الأخضر (و)	11	–	–	–
البطنان (ز)	11	–	–	1.35
الاجمالـــي	**200**	**38.10**	**60.65**	**120.51**

جدول (4-2) بيانات السدود المنفذة

الوادي	المنطقة	السعة التخزينية لبحيرة السد (م $م^3$)	متوسط التخزين السنوي (م $م^3$)
المجينين	سوق الخميس	58	10
كعام	زليتن	111	13
غان	غريان	30	11
زارت	الرابطة	8.6	4.5
لبدة	الخمس	5.2	3.4
القطارة	بنغازي	120	12
القطارة الثانوي	بنغازي	1.5	0.50
مرقص	رأس الهلال	0.150	0.15
بن جواد	بن جواد	0.340	0.34
زازه	العقورية	2	0.80
درنة	درنة	1.15	1.0
ابو منصور	درنة	23.7	2.0
تبربت	زليتن	1.6	0.50
الذكر	زليتن	2.4	0.50
جارف	سرت	2.4	0.30
الزبد	سرت	2.6	0.50
الزهاوية	سرت	2.2	0.70
الوشكة (زقار)	الجفرة	3.65	0.20
المجموع		**375.584**	**61.39**

جدول (4−3) سدود تحت التنفيذ

رقم مسلسل	اسم الوادي	المنطقة	السعة التخزينية لبحيرة السد (مليون متر مكعب)	متوسط التخزين السنوي (مليون متر مكعب)
1	**ابو شيبة**	غريان	5.5	2.58
2	**الرمان**	غريان	3.75	1.4
3	**الشهوبيين**	ترهونة	3.3	1.02
4	**الزغادنة**	ترهونة	1.9	0.62
5	**تلال**	سرت	(2.5 + 6.2)	--
6	**النغار(الاحمر)**	بنغازي	19.5	5.85
المجموع			**37.45**	**9.47**

جدول (4−4) سدود تمت دراستها ومقترح تنفيذها

قم مسلسل	إسم الوادي	المنطقة	السعة التخزينية لبحيرة السد (مليون متر مكعب)	متوسط التخزين السنوي (مليون متر مكعب)
1	**ترغت**	القربولى	8.4	2.08
2	**قريم**	القربولي	2.6	0.62
3	**غنيمة**	القربولي	2.4	0.63
4	**بنى وليد**	بنى وليد	10.40	7.20
5	**اتماسلة**	بنى وليد	9.30	3.25
6	**منصور**	بنى وليد	4.25	1.80
7	**ميمون**	بنى وليد	3.40	0.85
8	**نالوت**	نالوت	5.90	1.25
9	**ابو الرصف**	الحرابة	15.00	2.28
10	**ام القرب**	الرحيبات	10.00	1.55
11	**جناون**	جادو	5.00	0.89
12	**طبرق**	البطنان	2.35	1.35
13	**السواخ**	غريان	6.00	2.60
14	**ابوعائشة**	غريان	2.80	1.30
15	**الباب**	بنغازي	31.30	8.80
16	**سرت بن**	الوسطى	1.25	1.25
17	**الخليج**	البيضاء	5	2.5
18	**المعلق**	البيضاء	6	3
المجموع			**131.35**	**43.20**



شكل (4-4) سد وادي المجينين



شكل (4-5) سد وادي القطارة



شكل (4−6) سد وادي الوشكة



شكل (4−7) سد وادي كعام



شكل (4-8) سد وادي غان



شكل (4-9) سد وادي زارت

لقد كان الهدف من انشاء السدود على الأودية الموسمية يتمثل في الآتي:

- حماية المدن والقرى السكنية والمشاريع الزراعية والصناعية من أخطار الفيضانات.
- استغلال المياه التي يمكن تجميعها في الأغراض الزراعية والمنزلية.
- حماية التربة من الانجراف وتكوين مسطحات مائية ببطون الأودية لاستغلالها زراعياً.
- تغذية الخزانات الجوفية.

قديماً وقبل انشاء السدود على الأودية في ليبيا، كانت مياه الأمطار الغزيرة وسيولها تصل إلى البحر، وأحياناً كانت مياه هذه الأودية تسبب في حدوث فيضانات خطيرة وكوارث كبيرة للمدن التي تمر من خلالها (شكل 4-10).

ففي نهاية فبراير عام 1904م ونتيجة لتشكل منخفض جوي عميق على شمال غرب ليبيا والذي سبب في هطول الأمطار بغزارة أدت إلى حدوث فيضانات بالأودية القادمة من الجبل مثل وادي المجينين الذي اكتسحت مياهه شوارع العاصمة طرابلس. (مسار وادي المجينين كان قديماً يمر بشارع الوادي).

حسب الشهود سببت السيول انهيار الكثير من المباني إضافة إلى سقوط عدد من الضحايا الذين جرفت جثثهم نحو البحر. الصحف العالمية في ذلك الوقت تطرقت إلى أخبار هذه الكارثة. حيث استمر وادي المجينين يهدد مدينة طرابلس بفيضاناته أكثرها تدميراً في الأعوام 1938م و 1960م و 1969م.

وادي القطارة، الذي أغرق بنغازي منذ عقود قبل انشاء السدود عليه، حيث شهدت مدينة بنغازي في عام 1918م، وكذلك بين عامَي 1938 و 1954م فياضانات وسيول كثيرة سببت في حدوث خسائر مادية تمثلت في جرف بعض البيوت، وحجز السكان القاطنين جنوبه عن القاطنين شماله.







شكل (4–10) سيول بعض الأودية تجتاح المدن في ليبيا قبل انشاء السدود

كما حدث انهيار للسد الثانوي في العام 1972م بسبب كثرة الفيضانات في ذلك الموسم، وغرقت بعض الأحياء في بنغازي بسبب خروج مياه السد من مجرى الوادي.

ونظراً لأن الوضع الجغرافي لمدينة درنه والمناطق المرتفعة المحيطة بها تجعل كميات كبير من المياه تتدفق بمجري الوادي الرئيسي وفروعه في وقت قصير في حالة حدوث عواصف مطرية غزيرة تستمر لعدة أيام متصلة. حيث حدث في عام 1941م (أثناء الحرب العالمية الثانية) فيضان ضخم، بلغ من القوة أن جرف دبابات ألمانية إلى البحر من وادي درنة ووادي الناقة، كما حدث فيضان هائل في سنة 1959م قبل انشاء السدود الركامية بمجري الوادي أدى إلى اندفاع المياه القوية لشوارع المدينة تسبب في حدوث خسائر بشرية ومادية.

4-1-2- موارد المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية المورد الرئيسي للمياه المستخدمة لكافة الأغراض والأنشطة في ليبيا، إذ تساهم بأكثر من 97% من إجمالي الإستهلاك، وهي المصدر الوحيد المتاح للإستغلال للأغراض المختلفة في أغلب المناطق، وتتواجد المياه الجوفية ضمن التكوينات الجيولوجية المتفاوتة من حيث السمك والتركيب الصخري، والخواص البتروفيزيائية والهيدروليكية والهيدروكيميائية، والعمق، وتتدرج من العصر الرابع إلى الكمبري وتقسم إلى خزانات جوفية متجددة وخزانات جوفية غير متجددة:

- **خزانات جوفية مياهها متجددة**

وهي خزانات العصر الرابع والثالث والطباشيري العلوي والثلاثي في الأحواض الواقعة في الشمال، حيث تظهر هذه الخزانات على السطح أو قريبة منه، وتتلقى تغذية مباشرة من مياه الأمطار والسيول، حيث قدرت كمية المياه التي

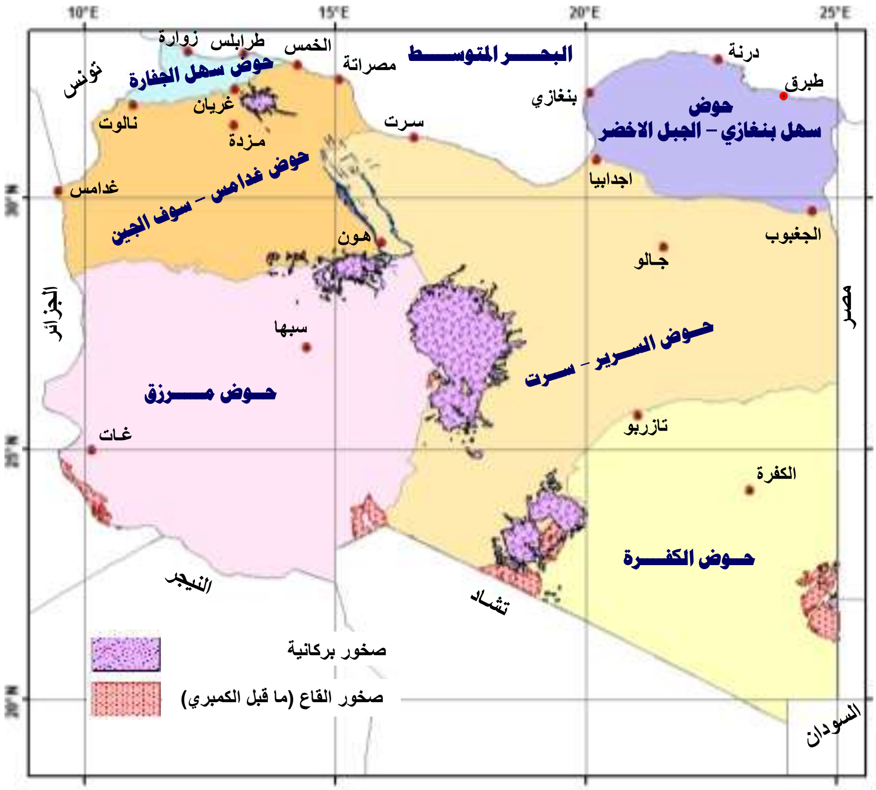
تُغذي هذه الخزانات بحوالي 650 مليون متر مكعب سنوياً أغلبها في سهل الجفارة والجبل الأخضر وحوض غدامس– سوف الجين.

- **خزانات جوفية مياهها غير متجددة**

تتواجد المياه الجوفية غير المتجددة (المياه الأحفورية) في الأحواض الرسوبية الرئيسية الموجودة في الجزء الجنوبي من ليبيا (حوض الكفرة، السرير– سرت، مرزق، وغدامس– سوف الجين). تتميز هذه الأحواض بامتدادها الواسع، وتتكون من طبقات سميكة حاملة للمياه، معظمها عبارة عن طبقات من الحجر الرملي يرجع عمرها الجيولوجي للعصر الثالث، الطباشيري السفلي، الثلاثي ودهر الحياة القديمة، وتمثل هذه الخزانات إحتياطياً ضخماً من المياه غير المتجددة التي تجمعت خلال العصور المطيرة منذ ألاف السنين (تشير الدراسات باستخدام النظائر المشعة (الكربون 14) إلى أن هذه المياه تعود إلى ما بين 14000 إلى 41000 سنة)، ويتم تفريغها ببطء عن طريق العيون والآبار والسبخات والمنخفضات الطبيعية.

تحتوي خزانات المياه الجوفية غير المتجددة على مياه ذات نوعية جيدة لا تتجاوز ملوحتها 1000 مجم/لتر، وتعد هذه الموارد المائية مصدرًا مهماً للمياه المتاحة، وتلعب دوراً مهماً في تلبية الاحتياجات المائية، كما أنها تساهم بشكل كبير في سد العجز في إمدادات المياه الذي تعاني منه المناطق الشمالية.

من خلال البيانات المتحصل عليها من الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية الاستكشافية والتفصيلية، والإمتداد الأفقي والعمودي للطبقات الحاملة للمياه، وعلاقتها ببعضها، تم تقسيم ليبيا من الناحية الهيدروجيولوجية إلى ستة أحواض رئيسية للمياه الجوفية شكل (4–11).

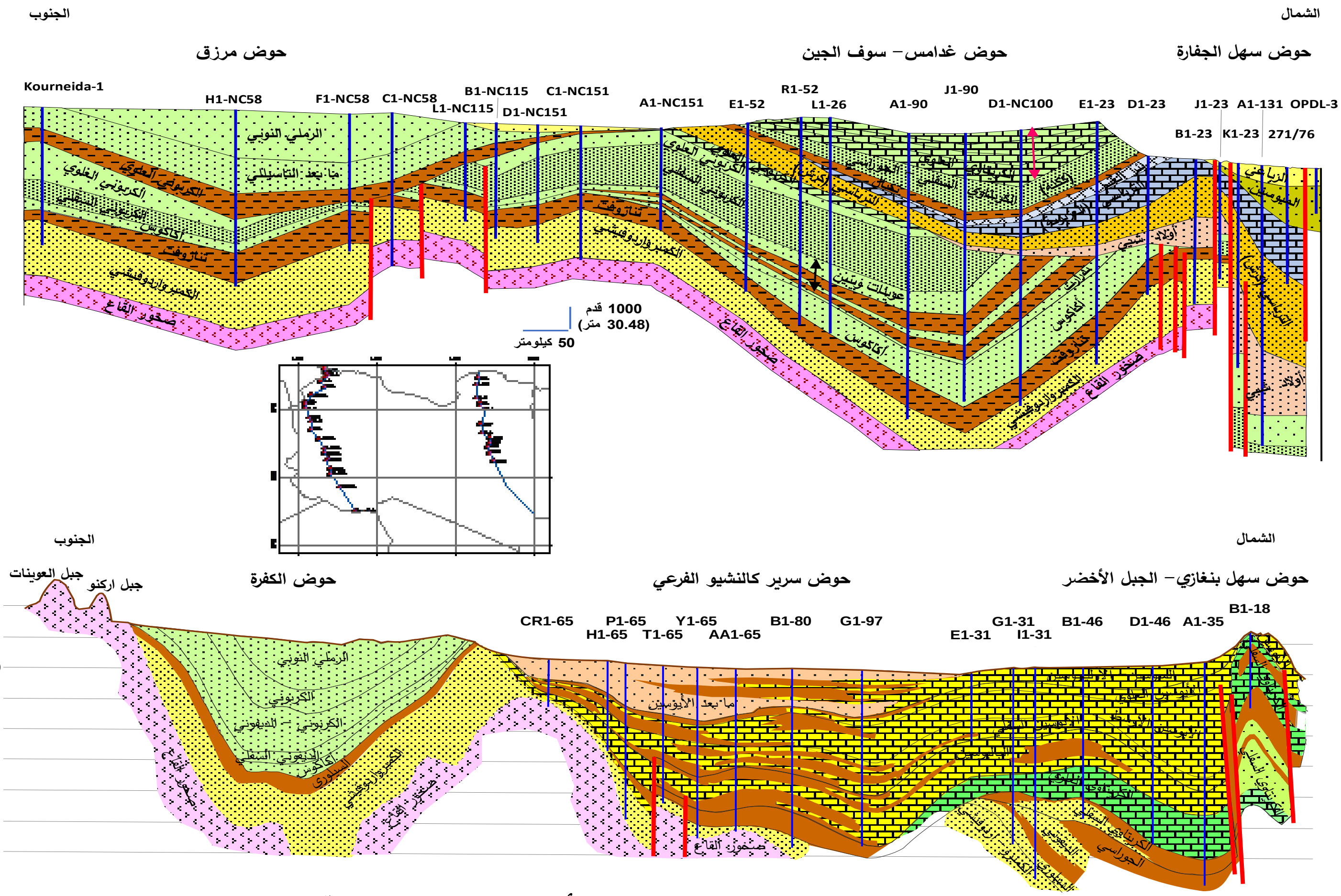


شكل (4-11) أحواض المياه الجوفية في ليبيا

تتكون هذه الأحواض من عدة خزانات للمياه الجوفية الضحلة والعميقة ذات خوص فيزيائية وكيميائية وهيدروليكية تختلف من مكان إلى أخر والأحواض هي:

- حوض سهل الجفارة. - حوض سهل بنغازي- الجبل الأخضر.
- حوض غدامس- سوف الجين. - حوض مـرزق.
- حوض السرير- سرت. - حوض الكفرة.

شكل (4-12) قطاعات جيولوجية تمتد من الشمال إلى الجنوب توضح التتابع الصخري بأحواض المياه الجوفية، وجدول (4-5) يوضح باختصار خصائص الأحواض المائية الرئيسية وبعض بياناتها المهمة التي تشمل التكوينات الحاملة للمياه، معدلات سقوط الأمطار، نوعية المياه، ومصادر التلوث المحتملة بالإضافة إلى تأثير استغلال المياه في كل حوض.



شكل (4–12) قطاعات تبين التتابع الطبقي بأحواض المياه الجوفية في ليبيا

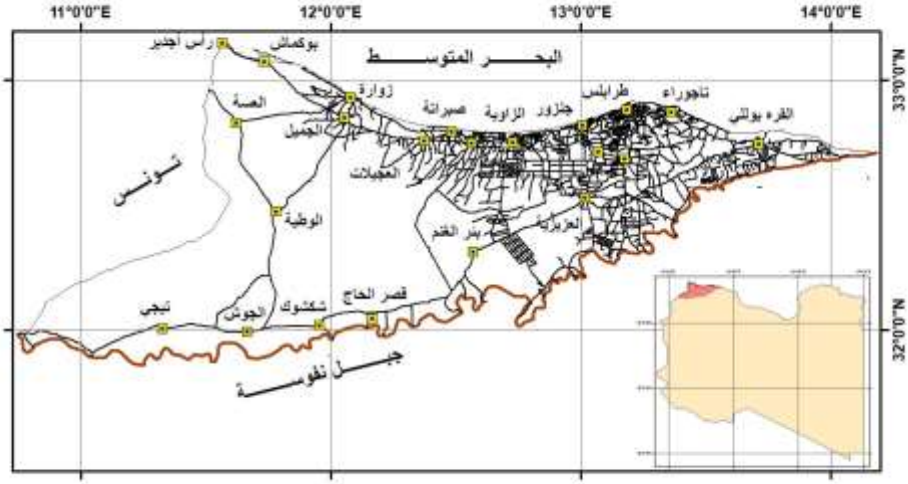
جدول (4-5) خصائص أحواض المياه الجوفية في ليبيا

الخصائص		الأحـــــواض					
		سهل الجفارة	**سهل بنغازي – الجبل الاخضر**	**غدامس – سوف الجين**	**الكفرة**	**السرير – سرت**	**مرزق**
المساحة (كيلومتر مربع)		**19800**	126750	**250000**	**346300**	**531600**	430900
المياه المتاحة	**متجددة**	300	300	50	--	--	--
(م م^3/سنة)	**غير متجددة**	50	50	350	1050	1500	2000
خواص التكوينات الحاملة للمياه		تكوينات العصر الرباعي والميوسين والثلاثي (ابوشيبة– العزيزية) وهي إما رملية أو جيرية	تكوينات جيرية كارستية ذات انتاجية ضعيفة إلى متوسطة تابعة للعصر الميوسيني– الأوليجوسيني – الإيوسيني	تكوين ككلة الرملي ذو إنتاجية ونوعية جيدة، بالإضافة إلى تكوينات العصر الطباشيري العلوي (الحجر الجيري) ذات نوعية وانتاجية متدنية نسبيا	الحجر الرملي النوبي ذو انتاجية عالية	الحجر الرملي مع تداخلات من الحجر الجيري (ما بعد الإيوسين) ذو انتاجية عالية	الطباشيري السفلي – الترياسي (النوبي) – الباليوزوي وكلاهما من حجر رملي سميك وواسع الانتشار وذات انتاجية عالية
معدل الامطار السنوي (مم)		100 – 340	70 – 560	30 – 350	0 – 3	2 – 183	0 – 20
نوعية المياه (مليجرام/لتر)		من 1000 – 1500 إلى أكثر من 5000	من 1000 إلى أكثر من 5000	ككلة: 1000 – 2000 الطباشيري: 2000 – 5000	من 100 – 500	من 600 – 1600 تزيد في اتجاه الشمال لتتجاوز 3000	النوبي: 100 – 500 ما بعد التاسيلي: 100 – 815
مصادر التلوث الحالية والمحتملة		تداخل مياه البحر وتلوث صناعي وتلوث زراعي	تلوث صناعي وبشري مع تملح بعض الطبقات قرب الساحل	لا توجد مصادر تلوث تذكر وقد يسبب الإفراط في الضخ إلى غزو المياه المالحة المحيطة	تلوث زراعي وبشري محلي مع تملح محتمل	تلوث زراعي محلي، مع احتمال حدوث تلوث ناتج عن المياه	تلوث زراعي وبشري، مع احتمال حدوث تلوث ناتج عن المياه المصاحبة للنفط
تأثير الاستغلال الحالي للحوض		هبوط مستمر في المنسوب السطحي والعميق وتداخل مياه	هبوط في المنسوب وتداخل مياه البحر	هبوط تدريجي في المنسوب ونضوب بعض العيون	هبوط تدريجي محلي	هبوط تدريجي محلي وبسيط جداً	هبوط تدريجي في المنسوب
معدل هبوط منسوب المياه السنوي		الخزان الجوفي السطحي 0.5 – 2.5 متر الخزان الجوفي العميق 2.5 – 5 متر	الخزان الجوفي السطحي والعميق 1.5– 2 متر	الخزان الجوفي ككلة 0.2 – 1.5 متر	لا يتجاوز 0.34 متر	لا يتجاوز 0.23 متر في جالو ومشاريع السرير الزراعية ولا يتجاوز 0.34 متر بمشروع النهر الصناعي	الخزان الجوفي الباليوزوي 0.3 – 1.5 متر الخزان الجوفي الرملي النوبي وما بعد التاسيلي 0.1 – 1.9 متر

4-1-2-1- حوض سهل الجفارة

يقع حوض سهل الجفارة شمال غرب ليبيا، وهو على شكل مثلث يمتد من الحدود التونسية غرباً إلى مدينة الخمس شرقاً، ويحده من الشمال البحر المتوسط، وجنوباً سلسلة جبل نفوسة (شكل 4-13). تبلغ مساحة الحوض حوالي 19800 كيلومتر مربع أي ما يعادل 1% من مساحة ليبيا.

يعتبر حوض سهل الجفارة من أهم المناطق من الناحية الاقتصادية، ويحتوي على حوالي 39% من عدد سكان ليبيا، وينتج أكثر من 50% من إجمالي الإنتاج الزراعي في ليبيا.



شكل (4-13) خريطة موقع سهل الجفارة

ويمكن تقسيم حوض سهل الجفارة من الناحية الجيومورفـولجية إلى ثلاث أجـزاء وهـي:

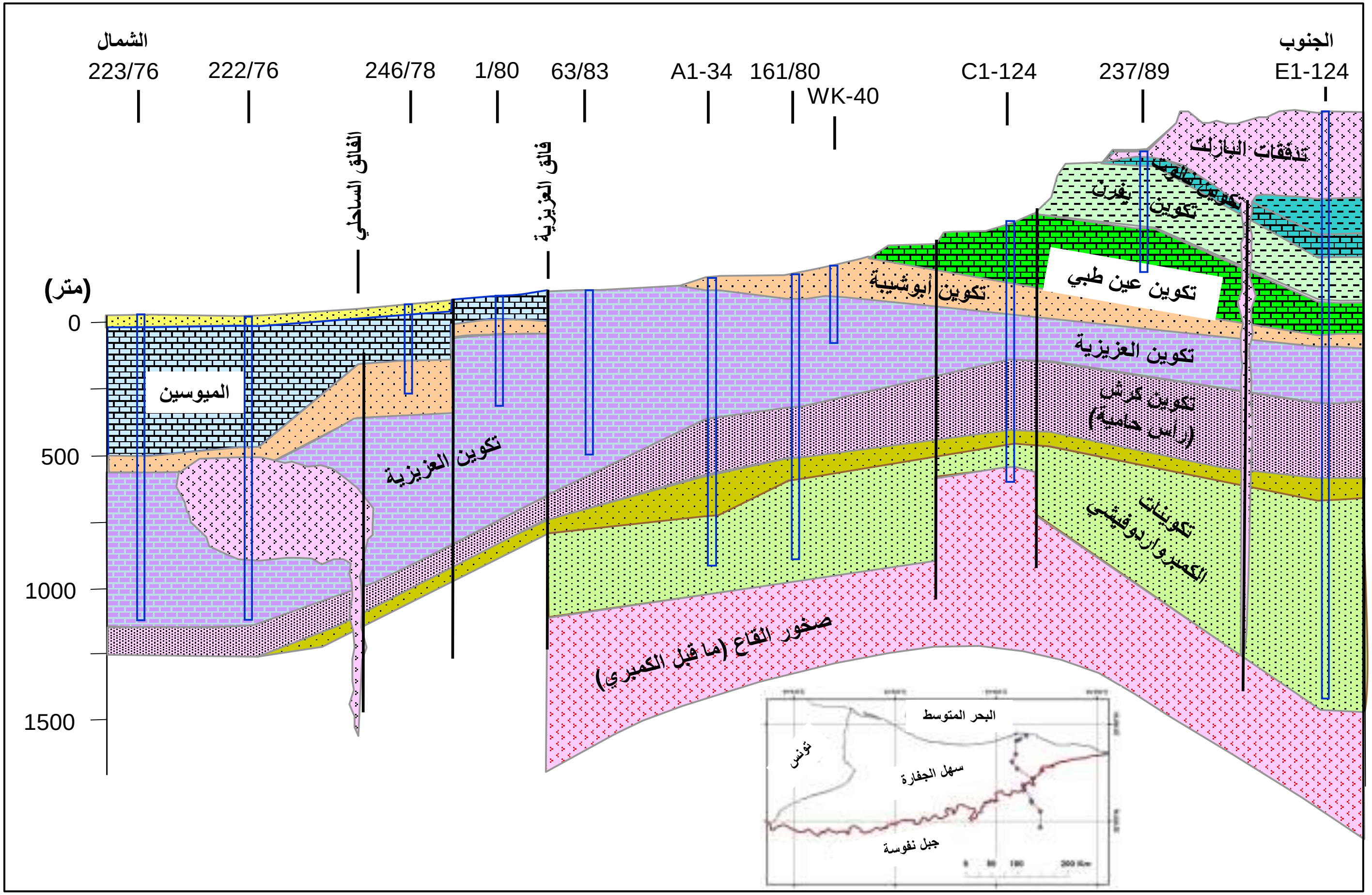
- الشريط الساحلي الذي يمتد ما بين 10 إلى 20 كيلومتر إلى الجنوب، ويرتفع عن منسوب سطح البحر بضعة أمتار إلى أن يصل إلى 50 متراً، وتغطيه رواسب العصر الرابع الذي يمثلها كل من تكوين قرقارش، ورواسب تكوين الجفارة، بالإضافة إلى الكثبان الرملية الشاطئية.

- يلي الشريط الساحلي جنوباً الجزء الأوسط من السهل والذي تغطيه رواسب تكوين الجفارة والكثبان الرملية، مع بروز بعض تلال تكوين العزيزية ويتراوح عرضه ما بين 50 إلى 90 كيلومتراً ويرتفع عن سطح البحر ما بين 50 إلى 150 متر تقريباً.
- الجزء الجنوبي من السهل ويمثل قدم جبل نفوسة (الجبل الغربي)، وتغطيه رواسب حصوية على درجات متفاوتة من التماسك وتتبع تكوين قصر الحاج، وترتفع إلى ما بين 150 إلى 300 متر عن منسوب سطح البحر، حيث تظهر به بعض التلال المتكونة من الحجر الرملي والحجر الجيري الدولوميتي، ومخاريط البراكين بمنطقة الوسط، وتتميز بوجود الأودية الموسمية الجافة والعميقة التي تصب حمولتها أثناء الموسم المطير في سهل الجفارة، وقليل منها تصب حمولتها في البحر.

تتواجد المياه الجوفية بحوض سهل الجفارة بعدة خزانات جوفية تم تلخيص بياناتها في جدول(4-6)، وكما هي مبينة في شكل (4-13) وهذه الخزانات هي:

جدول (4-6) ملخص لبيانات الخزانات الجوفية بسهل الجفارة

الخزان الجوفي	السمك (متر)	عمق الأبـار (مـتـر)	عمق منسوب المياه (متر)	مجموع الأملاح الذائبة (ملليجرام / لتر)	إنتاجية البئر (متر مكعب/ساعة)
الرباعي	90 – 10	160 – 30	80 – 10	1000 – 500	100 – 20
الميوسين الأوسط	100 – 50	190 – 70	97 – 43	4500 – 2500	ضعيفة
الميوسين السفلي	200 – 100	500 – 250	90 – 35	4000 – 3000	100 – 50
ككله	200 – 130	250 – 100	65 – 15	2000 – 1000	50 – 10
أبو شيبة	400 – 150	700 – 200	145 – 10	2000 – 1000	130 – 30
العزيزية	350 – 200	350 – 200	176 – 165	2000 – 1000	90 – 50



شكل (4–14) قطاع هيدروجيولوجي بمنطقة سهل الجفارة (شمال – جنوب)

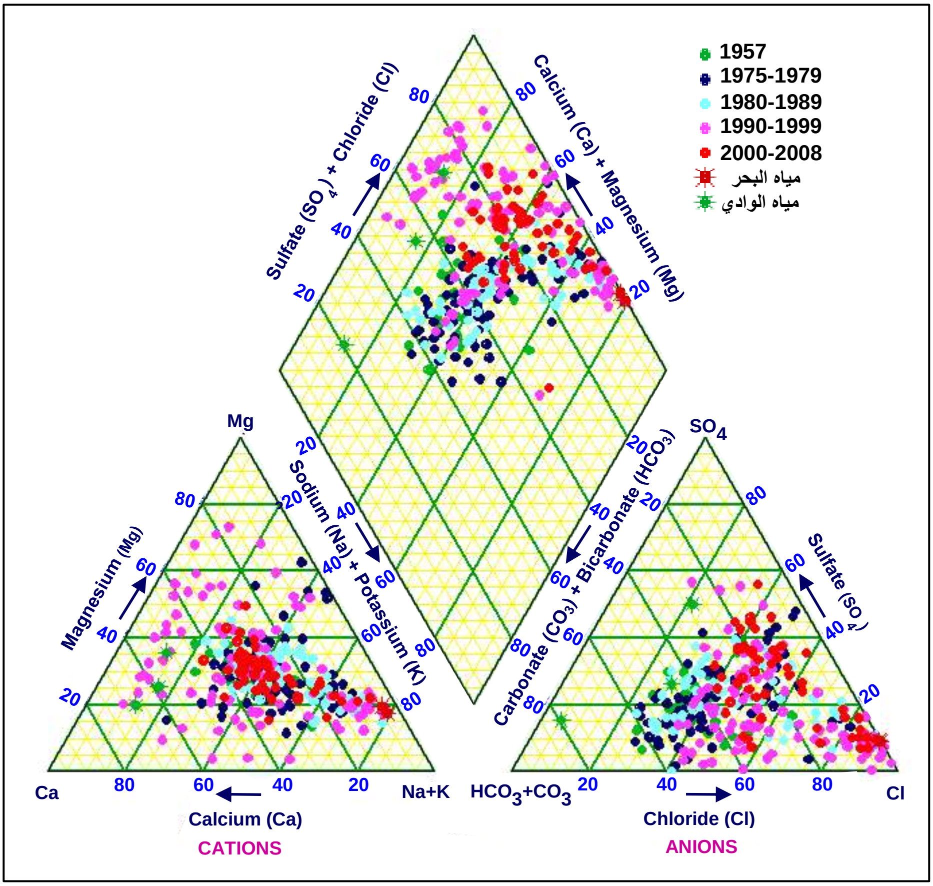
أ- الخزان الجوفي الرباعي (الضحل)

يعرف بالخزان الجوفي العلوي، أو الخزان الأول، أو الخزان السطحي، وهو تابع لصخور العصر الرابع - الثالث، ويتكون من تتابعات من الحجر الرملي، والحجر الرملي الجيري مع تداخلات من الحجر الجيري والطين والغرين والمارل، وهو عبارة عن خزان جوفي حر، ويستغل علي نطاق واسع لتغطية جميع الاحتياجات من المياه في الجزء الشمالي من سهل الجفارة.

يتراوح عمق الآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان ما بين 30 - 160 متر، ويتراوح عمق منسوب المياه من 10 - 80 متر تحت سطح الأرض، وتعطي هذه الآبار إنتاجية ما بين 20 - 100 متر مكعب/ساعة.

يتراوح السمك المشبع لهذا الخزان ما بين 10 إلى 90 متراً، معامل الامرارية يتراوح ما بين 1.2×10^{-3} إلى 1×10^{-1} م^2 / ثانية، ومعامل التخزين يتراوح من 6×10^{-2} إلى 1×10^{-1}.

نوعية المياه في هذا الخزان كانت جيدة، حيث لم تتجاوز الملوحة 1 جرام/ لتر في الجزء الشرقي لسهل الجفارة، غير إنه في اتجاه الغرب تزداد الملوحة لتصل إلى أكثر من 5 جرام/ لتر في الجزء الغربي لسهل الجفارة. ولكن نتيجة للاستغلال المفرط لمياه هذا الخزان الذي تجاوز بكثير التغذية الطبيعية، حدث اختلال للموازنة المائية بهذا الخزان سبب في تدهور نوعية المياه بسبب تداخل مياه البحر مع مياه هذا الخزان الجوفي على طول امتداد الشريط الساحلي مما أدى إلى زيادة ملوحة المياه لتصل إلى أكثر من 3000 ملليجرام/لتر وتجاوزت في بعض المناطق 10000 ملليجرام/لتر. شكل (4-15) يوضح تطور ملوحة المياه بسهل الجفارة من مياه عذبة قريبة من نوعية مياه الأودية وحركتها مع السنين في اتجاه مياه البحر وذلك نتيجة تداخل مياه البحر خاصة في المناطق القريبة من الساحل.



شكل (4-15) نوعية مياه الخزان الجوفي الرابع – الثالث (السطحي)

ب- الخزان الجوفي الميوسيني

وهو عبارة عن تتابعات من الحجر الجيري والحجر الجيري الرملي والحجر الدولوميتي والحجر الرملي والطين، وتتبع عصر الميوسين الأوسط والميوسين السفلي، وهو خزان جوفي حبيس، يمتد من فالق العزيزية جنوباً إلى الساحل شمالاً.

والخزان الجوفي الميوسيني الأوسط عبارة عن عدسات من الحجر الجيري الرقيقة تقع بين طبقتين من الصلصال عند عمق يتراوح ما بين 70- 190

متر وذات إنتاجية محدودة، ولايمكن الاعتماد عليها كمصدر مائي دائم.

أما الخزان الميوسيني السفلي، فيقع أعلي صخور تكوين العزيزية بالجزء الغربي من منطقة سهل الجفارة، وأعلي صخور تكوين أبو شيبه بالجزء الشرقي، ووسط سهل الجفارة علي أعماق تتراوح ما بين 250 إلى أكثر من 500 متر، وعمق مناسيب المياه يتراوح ما بين بضعة أمتار إلى حوالي 30 متر تحت سطح الأرض.

إنتاجية الآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان تتراوح ما بين 50 إلى 100 متر مكعب/الساعة، ونوعية المياه تتراوح ما بين 2- 4 جرام /لتر، وقد تتجاوز 6 جرام /لتر بمناطق غرب سهل الجفارة، مع ملاحظة ارتفاع تركيز بعض العناصر مثل الكلوريدات والصوديوم.

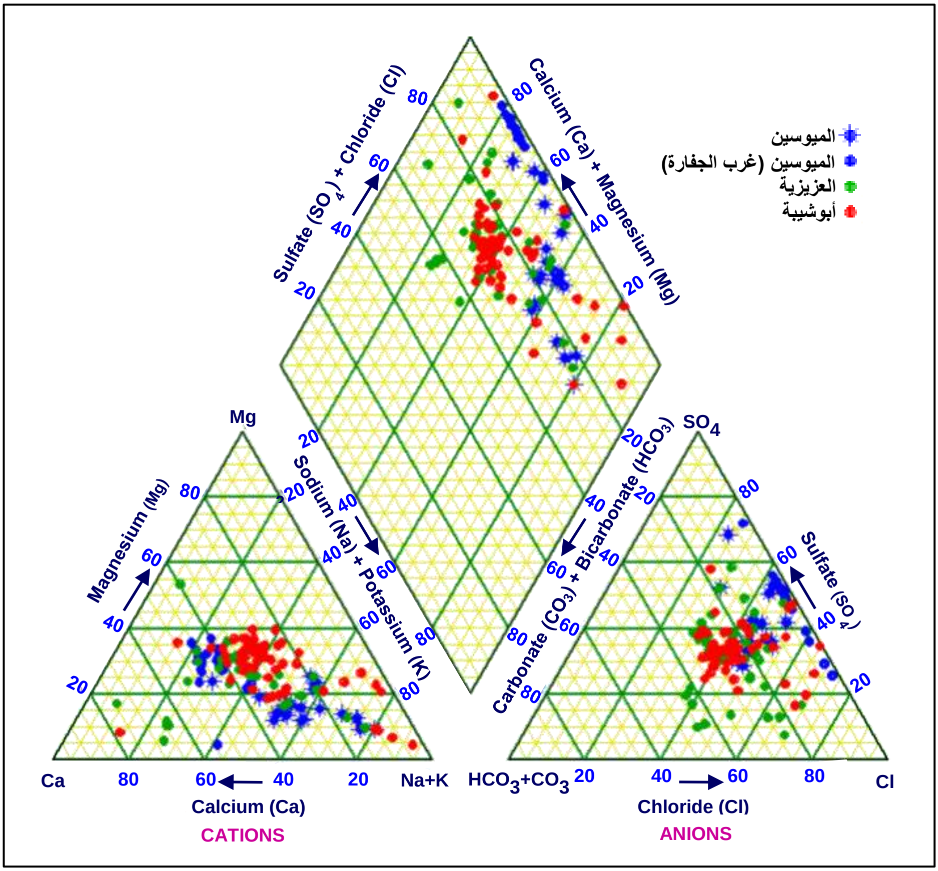
شكل (4-16) يوضح تصنيف المياه بالخزانات الجوفية العميقة (الميوسين، أبوشيبة، العزيزية) بمنطقة سهل الجفارة. يتضح من هذا الشكل بأن مياه الخزان الجوفي الميوسن في مناطق شمال شرق ووسط سهل الجفارة تصنف على أنها كلوريدات الصوديوم (Na Ca, Cl SO_4) أو (Na Ca Mg, Cl SO_4 HCO_3)، أما في الجزء الغربي من سهل الجفارة فتصنف المياه على أنها كبريتات أو كلوريدات الكالسيوم (Ca Mg Na, SO_4 Cl) أو (Ca Mg Na, Cl SO_4).

ج- الخزان الجوفي ككله

يستغل هذا الخزان علي نطاق واسع ولجميع الاغراض بالجزء الغربي من قدم جبل نفوسة بالمنطقة الممتدة من شكشوك حتى الحدود التونيسية غرباً، ويتكون من الحجر الرملي المتداخل مع الطين والصلصال والغرين، بسمك يتراوح ما بين 50 - 100 متر. عمق الآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان يتراوح ما بين 71 - 145 متر بالسهل، يزيد العمق عند قدم الجبل ليصل إلى 200 - 250 متر. العمق إلى منسوب المياه يتراوح ما بين 15 – 65 متر تحت

سطح الأرض، يزيد عند قدم الجبل ليتراوح ما بين 55 – 100 متر تحت سطح الأرض.

تتراوح إنتاجية الآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان ما بين 10 إلي 55 متر مكعب/الساعة، أما نوعية المياه فتتراوح ما بين 1 إلي 2 جرام/لتر.



شكل (4-16) نوعية مياه الخزانات الجوفية الميوسين – أبوشيبة - العزيزية

د- الخزان الجوفي تكبال

يتكون الخزان الجوفي تكبال من الحجر الجيري، والحجر الجيري المارلي، والمارل والطين المتداخل مع الرمل والجبس أسفل التكوين، بسمك يتراوح ما

بين 60 إلى 180 متر. يتم استغلال هذا الخزان محلياً بمناطق تيجي وبدر ومشروع بدر الزراعي.

يتراوح عمق الآبار المحفورة لاختراق هذا الخزان ما بين 50 إلى 100 متر، حيث كان العمق إلى منسوب المياه بهذه الآبار يتراوح ما بين 30 – 50 متر تحت سطح الأرض وإنتاجيتها تتراوح ما بين 10 – 45 متر مكعب/الساعة. يتراوح معامل الإمرارية بهذا الخزان ما بين $10x4^{-4}$ إلى $10x5^{-3}$ م^{2} /الثانية، ونوعية مياهه (مجموع الأملاح الذائبة) تتراوح ما بين 1500 إلى 3000 ملليجرام/لتر، وتزيد الملوحة في الجزء السفلي من الخزان بسبب وجود تداخلات من الجبس.

هـ- الخزان الجوفي أبوشيبه

يتكون هذا الخزان من طبقات سميكة من الحجر الرملي، مع تداخلات من الطين والغرين والصلصال، ويقع أسفل صخور الميوسين بمناطق وسط وشرق سهل الجفارة، مع احتمال وجود اتصال هيدروليكي بينه وبين الخزان الجوفي الميوسيني وذلك نتيجة لوجود فوالق أو اختفاء طبقات الطين بينهما.

ويعتبر خزان أبوشيبه خزاناً جوفياً مضغوطاً، ويتراوح عمق الآبار المحفورة لاستغلاله ما بين 200 إلى 350 متر، والعمق إلى مناسيب المياه ما بين 70 إلى 145 متر تحت سطح الأرض بمناطق شرق سهل الجفارة، وعمق الآبار ما بين 350 إلى 700 متر، والعمق إلى مناسيب المياه ما بين 10 إلى 35 متر تحت سطح الأرض بمناطق وسط سهل الجفارة، وتعطي هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 30 إلى 130 مترمكعب /الساعة. أما نوعية المياه فتتراوح ما بين 1 إلى 2 جرام/لتر وتصل في بعض المناطق إلى 3 جرام/لتر.

من خلال بيانات نتائج التحاليل الكيميائية لعينات المياه المتاحة يمكن تصنيف مياه الخزان الجوفي أبوشيبة على أساس الأيونات السائدة على أنها كلوريدات

الصوديوم ($Na\ Mg\ Ca\ Cl\ SO_4\ HCO_3$) و كلوريدات الكالسيوم ($Ca\ Mg\ Na,$ $Cl\ SO_4\ HCO_3$) ، كما أن بعض الآبار كانت مياهها تصنف على أنها كبريتات الكالسيوم ($Ca\ Na\ Mg\ SO_4\ Cl\ HCO_3$) وكبريتات الصوديوم ($Na\ Ca\ Mg$ $SO_4\ Cl\ HCO_3$) مع وجود تبادل أيوني بين الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم، وهذا إما نتيجة التركيب الصخري للخزان الجوفي أو اختلاط مياه الخزان الجوفي أبو شيبة مع مياه الخزانات الجوفية التي تعلوه.

كما يمكن استغلال الخزان الجوفي الرملي أبو شيبه جنوب فالق العزيزية بمناطق وادي الحي، ووادي أبو شيبه، وهو عبارة عن خزان جوفي حر، حيث يتراوح السمك المخترق لهذا الخزان ما بين 140 إلى 210 متر. العمق إلى منسوب المياه يتراوح ما بين 50 إلى 90 متر تحت سطح الأرض، انتاجية الآبار التي تخترق هذا الخزان تتراوح ما بين 4 إلى 27 متر مكعب/الساعة. معامل الإمرارية يتراوح ما بين $2.6\text{x}10^{-5}$ إلى $2.5\text{x}10^{-4}$ م^2 /الثانية نتيجة قلة السمك ووجود تداخلات الطين.

و- الخزان الجوفي العزيزية

هو عبارة عن تتابعات من الحجر الجيري الدولوميتي والحجر الجيري والدولوميت، وخواصه الهيدروليكية تختلف من منطقة إلى أخرى حسب درجة التشقق والتركيب الصخري.

يتم استغلال الخزان الجوفي العزيزية علي نطاق واسع بمناطق جنوب ووسط سهل الجفارة (جنوب فالق العزيزية) بمناطق العزيزية، وادي الهيرة، وادي الحي، ووادي أبوشيبه، وهو خزان جوفي حر يتحول إلى خزان جوفي حبيس كلما اتجهنا جنوباً.

يتراوح عمق الآبار المحفورة لاستغلال الخزان الجوفي العزيزية ما بين 200 إلى 350 متر، وتعطي هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 50 إلى 90 متراً

مكعب/الساعة، ونوعية المياه تتراوح ما بين 1 إلى 2 جرام/لتر، علماً بأن منسوب المياه يقع علي أعماق تتراوح ما بين 165 إلى 176 متر تحت سطح الأرض. معامل الإمرارية يتراوح ما بين $7.0x10^{-3}$ إلى $1.6x10^{-1}$ $م^{2}$/الثانية، ومعامل التخزين في حدود $5x10^{-2}$. ملوحة مياه هذا الخزان تتراوح ما بين 1500 – 2000 مليجرام/لتر.

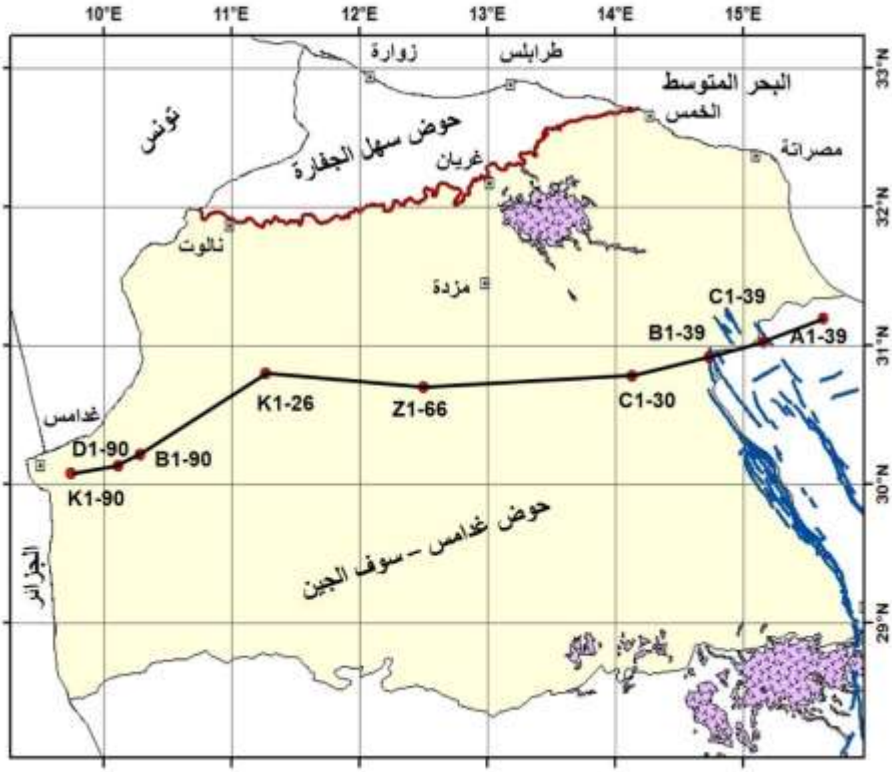
من خلال بيانات نتائج التحاليل الكيميائية لعينات المياه المتاحة يمكن تصنيف مياه الخزان الجوفي العزيزية على أساس الأيونات السائدة على أنها كلوريدات الصوديوم (Na Ca Mg Cl SO_4 HCO_3) و كبريتات الكالسيوم (Ca Na Mg SO_4 Cl HCO_3) ، كما أن بعض الآبار كانت مياهها تصنف على أنها كبريتات الكالسيوم (Ca Na Mg SO_4 Cl HCO_3) وكبريتات الصوديوم (Na Ca Mg SO_4 Cl HCO_3)، مع وجود عينات قليلة جداً صنفت على أنها بيكربونات الكالسيوم و بيكربونات الصوديوم.

أما في المناطق الواقعة شمال فالق العزيزية؛ فأن الخزان الجوفي العزيزية يصبح أقل أهمية نتيجة عمقه الكبير وملوحة مياهه العالية وخواصه الهيدروليكية المنخفضة، حيث يقع علي أعماق كبيرة، ويزداد عمقاً كلما اتجهنا شمالاً حتى يصل إلى أعماق تتجاوز 1000 متر، وملوحة مياهه تتجاوز 3000 ملليجرام/لتر.

4-1-2-2- حوض غدامس- سوف الجين

يعتبر حوض غدامس – سوف الجين حوض روسوبي رئيسي في المنطقة الشمالية الغربية من ليبيا، وهو جزء من حوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك مع تونس والجزائر بمساحة قدرت بحوالي 1 مليون كيلومتر مربع. داخل ليبيا يمتد الحوض من منخسف هون وجبال السوداء شرقاً حتى داخل الجنوب التونسي والجزائر غرباً، ومن سلسلة جبل نفوسة والبحر المتوسط

شمالاً حتى حوض مرزق جنوباً بمساحة تقدر بحوالي 250000 كيلومتر مربع داخل ليبيا. (الشكل 4-17).



شكل (4-17) خريطة موقع حوض غدامس – سوف الجين

من الناحية الجيومورفولوجية تتميز المنطقة بوجود سلسلة جبل نفوسة (الجبل الغربي) والتي تمتد في إتجاه غرب – شمال شرق مكونة واجهة جبلية ترتفع عن مستوى البحر بحوالي 300 إلى 700 متر، تقطعها أودية وأخاديد تشكل الواجهة الجبلية على هيئة نتوءات مرتفعة تقابلها خلجان عميقة ومتسعة.

يمتد الجبل إلى الجنوب مكونا ما يعرف بظهر الجبل، حيث يمتاز الجزء الجنوبي الشرقي منه بوعرة سطحه، وتتخلله أودية عميقة، وتظهر به عدة هضاب مستوية السطح، تنحدر في اتجاه الشمال الشرقي إلى السهل الساحلي

المتميز بكثرة الأسباخ، أهمها سبخة تاورغاء، وأودية ساحلية تمتاز بالإتساع والإنخفاض وقلة أنحدر جوانبها.

أما الحمادة الحمراء فتغطي الجزء الجنوبي من الحوض، وهي عبارة عن هضاب بسيطة، وأودية جافة، ومرتفعات منبسطة جزئياً، تغطيها القشرة الكلسية والرمال والحصى وتقل أو تنعدم فيها النباتات.

الجزء الأكبر من سطح الحوض (جنوب وجنوب شرق الحوض) مغطى بصخور الباليوسين أما باقي الحوض فمغطى بصخور الطباشيري العلوي.

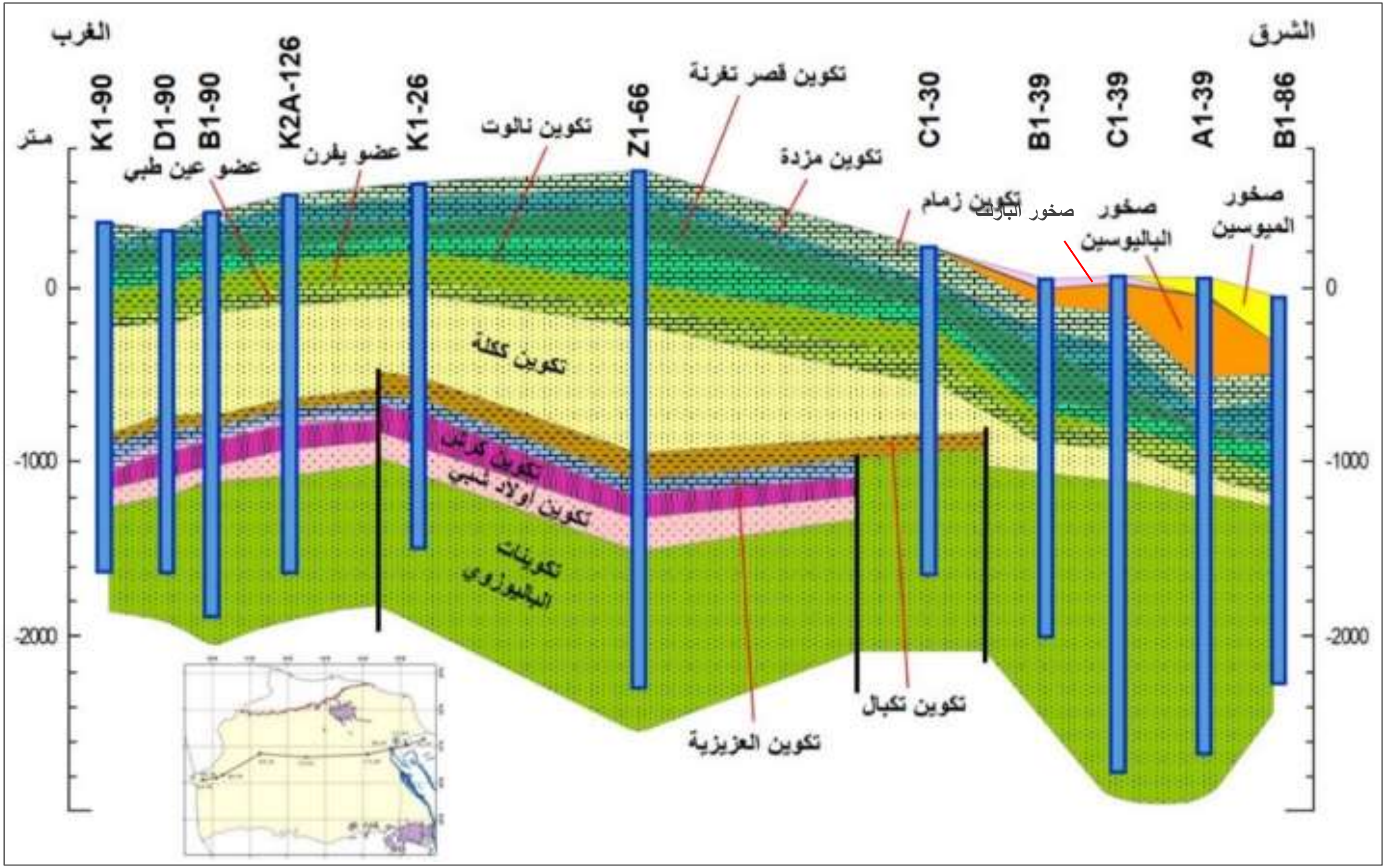
من خلال بيانات آبار المياه وآبار النفط المحفورة بالمنطقة يتضح وجود مجموعتين من الرواسب. رواسب الجزء العلوي، تتكون من الحجر الجيري، والدولوميت، والحجر الجيري الدولوميتي، والمارل التابعة لصخور العصر الطباشيري العلوي تعلو طبقات من الحجر الرملي والطين والجبس والحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي التابعة لرواسب العصر الطباشيري السفلي إلى الترياسي.

في الأجزاء العميقة من الآبار، تتكون الرواسب بشكل رئيسي من الطبقات السميكة من الحجر الرملي المتداخل مع الطين التابع لصخور الباليوزوي.

المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي للمياه في هذا الحوض، حيث تتواجد بخزانات جوفية سطحية وعميقة. شكل (4-18) يمثل قطاع جيولوجي يبين التتابع الطبقي وتواجد الخزانات الجوفية بمنطقة الحوض.

أ- الخزانات الجوفية الساحلية

وهي عبارة عن خزانات جوفية ثانوية بسبب امتدادها المحدود، ورداءة نوعية مياهها، وانخفاض إنتاجيتها. تستغل هذه الخزانات في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض (بمناطق غرب الخمس إلى تاورغاء) وتمتد على هيئة شريط على طول الساحل.



شكل (4-18) قطاع جيولوجي بمنطقة حوض غدامس - سوف الجين

تتواجد الخزانات الجوفية الساحلية بتكوينات العصر الرابع، والموسين، والأوليجوسين، والباليوسين. وهي تتكون من الحجر الجيري، والحجر الجيري الدولوميتي، والحجر الجيري المارلي، والكلكارينيت (الحجر الجيري الرملي) متداخلة مع الطين والمارل.

تتلقى هذه الخزانات تغذية مباشرة عن طريق مياه الأمطار والجريان السطحي، وكذلك من خلال تدفق المياه الجوفية الأفقي من طبقات المياه بالخزان الجوفي نالوت. تتراوح انتاجية الآبار التي تخترق طبقات هذه الخزانات ما بين 5 إلى 100 م^3/الساعة. معامل الإمرارية يتراوح ما بين 2×10^{-3} إلى حوالي 5×10^{-2} م^2/الثانية. يتراوح العمق إلى مستوى الماء ما بين 10 إلى 90 متر تحت سطح الأرض (جدول 4-7).

جدول (4-7) بيانات الخزانات الجوفية الساحلية بحوض غدامس – سوف الجين

المنطقة	عمق الآبار (متر)	عمق مستوى الماء (متر)	الإنتاجية (م^3/الساعة)	مجموع الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)
الخمس – زليتن	100 – 300	20 – 90	20 – 45	1000 – 3000
الدافنية	40 – 55	25 – 40	5 – 40	1000 – 2100
مصراتة – السكت	50 – 185	20 – 80	7 – 23	1000 – 1700
طمينة – الكراريم	10 – 50	5 – 20	12 – 35	2500 – 5000
وادي كعام	50 – 120	5– 35	10 – 50	2000 – 2500
أبو نجيم – وادي بي الكبير	130 – 220	20 – 80	50 – 100	3000 – 4000
وادي زمزم	100 – 200	10 – 40	50 – 100	3900 – 4300

ب- الخزان الجوفي الباليوسن – زمام

وهو خزان جوفي معلق بالنسبة لخزانات المياه الجوفية الرئيسية بالحوض. يتكون من رواسب غير متجانسة مثل الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي والدولوميت والحجر الجيري الرملي والغرين والرواسب غير المتماسكة مثل الرمل والغرين والحصى مع تداخلات من الصلصال والجبس والأنهيدريت الذي تنتمي إلى تكوينات زمام وتالا ومعزوزة التابعة لتكوينات الطباشيري العلوي والباليوسين.

سمك هذا الخزان يتراوح ما بين بضعة أمتار إلى حوالي 100 متر. ويتراوح عمق منسوب المياه من 10 إلى 93 متر تحت سطح الأرض في منطقة غدامس والحمادة الحمراء، ومن 40 متر تحت سطح الأرض إلى أكثر من 60 متر فوق سطح الأرض في منطقة الجفرة.

نتيجة لطبيعة عدم تجانس الطبقات الحاملة للمياه الجوفية بهذا الخزان، فإن نفاذية وانتاجية الآبار تختلف من مكان إلى آخر ومن بئر إلى آخر. إنتاجية هذه الآبار منخفضة جداً ومتغيرة للغاية. الإنتاجية النوعية تتراوح ما بين 4.6×10^{-5} إلى 5.5×10^{-4} متر مربع/الثانية في الحمادة الحمراء وغدامس، وتتراوح ما بين 2.1×10^{-4} إلى 4.6×10^{-3} متر مربع/الثانية في سوكنة. معامل الإمرارية لطبقات المياه الجوفية تتراوح ما بين 1.5×10^{-5} إلى 4.2×10^{-3} م^{2} /الثانية. نوعية المياه تتراوح ما بين 1.1 إلى 2.3 جرام/لتر، وتتجاوز 4 جرام/لتر في مناطق الحمادة الحمراء (جدول 4–8).

شكل (4–19) يبين تمثيل بيانات العناصر الأساسية لمياه الخزان الجوفي الباليوسن – زمام، والذي من خلاله يتضح بأن مياه هذا الخزان يغلب عليها تركيز الكبريتات الناتج عن وجود الجبس والأنهيدريت بالتركيب الضخري لهذا الخزان.

جدول (4-8) بيانات الخزان الجوفي

الباليوسن – زمام بحوض غدامس – سوف الجين

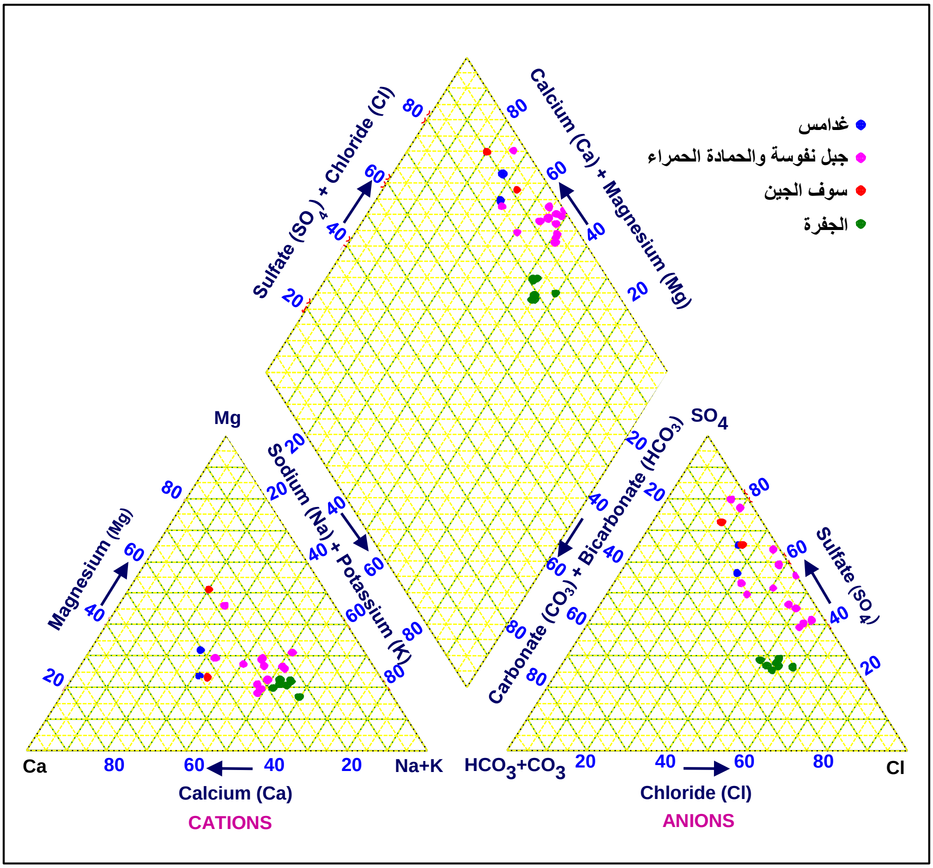
رقم البئر	المنطقة	العمق (متر)	عمق مستوى الماء (متر)	الإنتاجية (م^3/الساعة)	مجموع الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)
9/2/2483	سوكنة	221	2. 95+	170	1260
12/2/2483	سوكنة	114	40. 0 −	349. 2	1677
13/2/2483	سوكنة	202	63. 0 +	504	1456
77/19	سوكنة	253	11. 0 −	79. 45	1154
WG-1	غدامس	110	72. 7 −	38. 16	1830
WG-7	غدامس	100	51. 7 −	8. 28	2298
92/160	الحمادة الحمراء	97. 5	56. 10 −	19. 8	2316
92/161	الحمادة الحمراء	80	51. 18 −	5. 5	4045
92/775	الحمادة الحمراء	211	29. 35−	25	6026
WS-3/1	القريات	30	2. 75 −	10. 8	4600
1/3/2086	وادي زمزم	13. 5	13. 2 −	---	1800

ج- نظام الخزانات الجوفية الطباشير العلوي

الخزانات الجوفية التابعة لصخور الطباشيري العلوي تتكون من الحجر الجيري الدولوميتي المتميز بالتشققات والفوالق والتكهفات، والحجر الجيري، والدولوميت الذي يتداخل مع المارل، والطين، والجبس. يشمل هذا النظام خزانات المياه الجوفية مزدة، ونالوت، وعين طببي التي تفصلها طبقات غير منفذة (حابسة) تشمل صخور تكوين قصر تغرنة ومارل يفرن.

- الخزان الجـوفي مزده

وهو عبارة عن تتابعات من الحجر الجيري والحجر الجير المارلي، ويستغل بالمناطق الواقعة جنوب جبل نفوسة، ووسط شرق الحمادة الحمراء،



شكل (4-19) العناصر الأساسية لمياه الخزان الجوفي الباليوسن – زمام

ومصراتة، والجفرة، يتميز هذا الخزان بعدم التجانس في التركيب الصخري والخصائص الهيدروليكية، كما أن طبقات المياه الجوفية بهذا الخزان مفصولة بشكل جيد عن الطبقات الحاملة للمياه الجوفية الموجودة أسفل هذا الخزان بمناطق الحوض، على الرغم من أنها متصلة هيدروليكياً مع طبقات المياه الجوفية التابعة للباليوزوي عن طريق الفوالق بالمنطقة الجنوبية الشرقية للحوض.

يتراوح عمق الآبار التي تخترق هذا الخزان ما بين 100 إلى 350 متر تحت سطح الأرض، وتعطي إنتاجية عالية جداً تتجاوز 100 متر^3/الساعة

بمنطقة سوكنة، تنخفض تدريجيا في جميع الاتجاهات، وقد تنعدم في بعض المناطق، ويعتمد ذلك على النفاذية الثانوية، يتفاوت العمق إلى مستوى الماء بين أكثر من 5 أمتار فوق سطح الأرض إلى حوالي 90 متر تحت سطح الأرض (جدول 4-9).

هذا الخزان يتلقى تغذية مباشر من مياه الأمطار والجريان السطحي من المنحدرات الجنوبية لجبل نفوسة، والمنحدرات الشمالية لجبل القرقاف، وجبل السودا، وجبل الهروج الأسود، وكذلك عن طريق الاتصال الهيدروليكي مع طبقات الباليوزوي، وطبقات الطباشيري السفلي.

جدول (4-9) بيانات الخزان الجوفى مزدة بحوض غدامس – سوف الجين

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	عمق مستوى	الإنتاجية (م^3/الساعة)	مجموع الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)
82/27	الفرجان	224	18. 28 −	235.00	1164
85/23	سوكنة	250	15. 84 −	115.80	1095
79/05	سوكنة	212	37. 40 +	154.80	1270
87/01	سدادة	150	70. 70 −	46.16	4458
MG – 1	وادي النفد	385	87. 18 −	33.77	3220
82/24	الجفرة	215	9. 79 +	178	1383
6/1/1987	نسمة	70	21. 30 −	20.88	---
7/1/1987	نسمة	70	24. 30 −	15.12	1400
WG – 15	غدامس	86	26. 98 −	25.92	6418
WG – 17	غدامس	100	26. 70 −	6.48	2830
81/29	مزدة	79	19. 34 −	24.0	2900
78/07	وادي ميمون	243	60. 89 −	73.4	3244
78/10	وادي ميمون	320	23. 30 −	97.2	3669
WS – 1	وادي بي الكبير	130	35. 50 −	72.0	3152
K – 6	وادي سوف	351	5. 60 −	50.54	4420
ZZ – 2	وادي زمزم	---	3. 06 +	11.52	3578
78/11	الهيشة	---	7. 70 −	41.04	2530

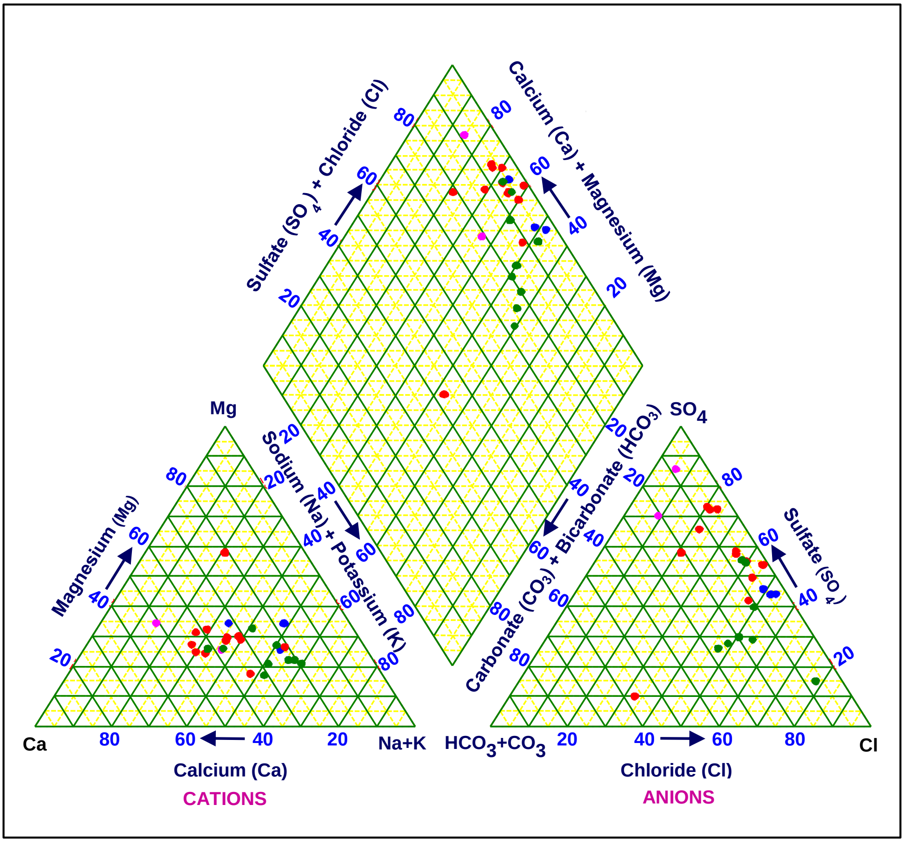
يتراوح معامل الإمرارية للخزان الجوفي مزدة ما بين 1.6×10^{-3} إلى 4×10^{-2} م^2/الثانية بمنطقة الجفرة، وما بين 3.2×10^{-3} إلى 3.3×10^{-2} م^2/الثانية بمناطق سوف الجين، وما بين 9.2×10^{-6} إلى 6.4×10^{-3} م^2/الثانية بمناطق غدامس وجبل نفوسة. ويقدر معامل التخزين بحوالي 8.7×10^{-4} بمناطق الجفرة وحوالي 1.4×10^{-3} بمناطق غدامس.

مجموع الأملاح الذائبة لا تتجاوز 1.5 جرام/لتر بمنطقة الجفرة، وتزداد في الاتجاه الغربي لتصل إلى أكثر من 4 جرام /لتر في منطقة الحمادة الحمراء. بيانات نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الخزان الجوفي مزدة المتحصل عليها من بعض المناطق بالحوض تم تمثيلها كما هو مبين في شكل (4–20)، حيث يمكن تصنف مياه هذا الخزان على أنها كلوريدات وكبريتات الكالسيوم والصوديوم.

- **الخزان الجوفي نالوت**

وهو خزان جوفي ذو أهمية محلية بسبب خصائصه الهيدروليكية الضعيفة وملوحة المياه، ويتكون من تتابعات من الحجر الجيري الدولوميتي والدولوميت والحجر الجيري مع تداخلات من الطين والمارل.

هذا الخزان موجود بكل مناطق الحوض، وهو منفصل تماماً عن طبقات الخزان الجوفي ككلة أسفله والطبقات المائية الضحلة التي تعلوه نتيجة وجود طبقات سميكة من المارل أو الصلصال التابعة لتكويني يفرن وقصر تغرنة. يتراوح عمق الخزان الجوفي ما بين 50 و 250 متر تحت سطح الأرض على طول امتداد جبل نفوسة، يزداد باتجاه الجنوب ليصل إلى 200– 450 متر في منطقتي غدامس والحمادة الحمراء، وما بين 500– 600 متر تحت سطح الأرض في مناطق هون ومصراته. يتراوح سمك هذا الخزان من 50 إلى أكثر



شكل (4–20) العناصر الأساسية لمياه الخزان الجوفي مزدة

من 100 متر. العمق إلى مستوى المياه يختلف من مكان إلى آخر، حيث يتراوح من بضعة أمتار فوق سطح الأرض في غدامس إلى أكثر من 10 أمتار فوق سطح الأرض في مناطق مصراتة وتاورغاء، ويصل إلى حوالي 200 متر تحت سطح الأرض في منطقتي جبل نفوسة والحمادة الحمراء.

إنتاجية الأبار ضعيفة في أغلب المناطق وقد تنعدم، ويعتمد ذلك على النفاذية الثانوية الناتجة عن التشققات والتركيب الصخري. تتراوح إنتاجية الآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان ما بين 5 إلى 70 م^3/الساعة، وقد تصل إلى أكثر من 100 م^3/الساعة. هذا وتتميز الأبار المحفورة بمنطقة غدامس

بإنتاجية عالية، وتدفق ذاتي للمياه (ارتوازية)، ودرجة حرارة المياه تصل إلى 42 درجة مئوية.

معامل الإمرارية للخزان الجوفي نالوت منخفض في أغلب المواقع ما عدا في المناطق التي يتميز فيها الخزان بخاصية التشققات والتكهفات، حيث تراوح معامل الإمرارية المتحصل عليه من تجارب الضخ بمناطق غدامس وجبل نفوسة وسوف الجين – تاورغاء ما بين 2.1×10^{-5} إلى 2×10^{-3} م^2/الثانية، وما بين 1.3×10^{-5} إلى 3.3×10^{-3} م^2/الثانية وما بين 6.2×10^{-5} إلى 6.9×10^{-2} م^2/الثانية على التوالي. إن معامل التخزينعالي x1 x10^{-1} في المناطق التي يكون فيها الخزان الجوفي متكشف أو قريب من سطح الأرض (خزان جوفي حر)، ويتراوح ما بين 1.7×10^{-3} إلى 2.6×10^{-4} في المناطق التي يكون فيها الخزان محصور.

مسامية طبقات الخزان الجوفي نالوت تم حسابها من السرود الجيوفيزيائية لآبار النفط التي تم حفرها في مناطق الحوض فكانت تتراوح ما بين 11% إلى 23%.

يتراوح تركيز الأملاح الذائبة بمياه الخزان الجوفي نالوت ما بين 2 إلى 5 جرام/لتر في أغلب مناطق الحوض، ما عدا بعض المناطق التي يستقبل فيها الخزان الجوفي تغذية مباشرة من مياه الأمطار.

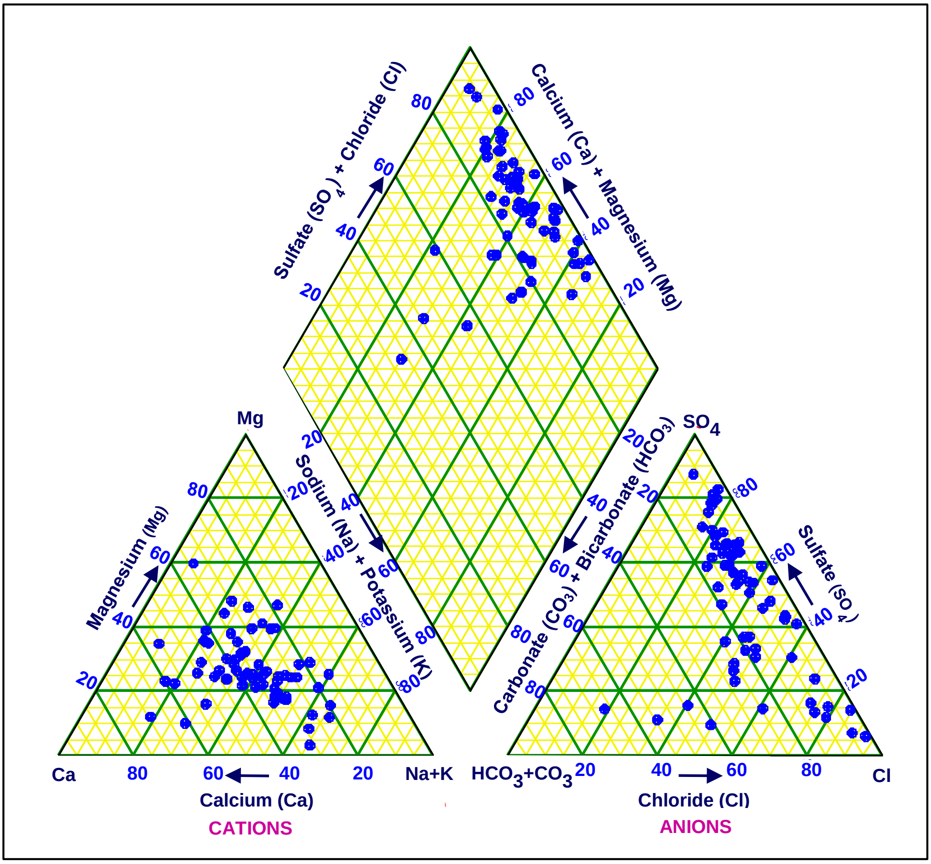
لا توجد أيونات موجبة سائدة ما عدا بعض الآبار التى يصبح فيها أيون الصوديوم أو الكالسيوم سائداً، ويغلب على معظم الآبار أيونات الكبريتات والكلور بالنسبة للأيونات السالبة، حيث تتميز مياه هذا الخزان بتركيز عالي للكبريتات يتجاوز 2000 ملليجرام/لتر في بعض الآبار. جدول (4–10) ملخص لبيانات الخزان الجوفي نالوت، وشكل (4–21) تمثيل للعناصر الكيميائية الأساسية لمياه هذا الخزان الجوفي بمناطق حوض غدامس – سوف الجين.

جدول (4−10) بيانات الخزان الجوفى نالوت بحوض غدامس – سوف الجين

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	عمق مستوى الماء (متر)	الإنتاجية ($م^3$/الساعة)	مجموع الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)
1889/2/3	الاصابعة	200	80. 00 −	12.00	560
75/35	وادي فيصل	120	43. 00 −	18.00	1548
77/231	الزنتان	200	69. 00 −	10.00	1100
78/177	الزنتان	189	72. 00 −	7.00	1400
1887/1/3	مزده	225	92. 00 −	8.00	3840
1987/1/3	مزده	174	78.00 −	4.00	2080
80/43	مصراته	655	13.77 +	111.6	4712
81/16	جنوب مصراته	703	12.67 +	108.60	7770
MG – 1	وادي النفد	781	52.72 −	22.90	4318
WG – 12	غدامس	205	42.90 −	72.00	2788
1185/2/7	غدامس	410	3.40 −	82.10	2656
82/18	وادي ميمون	390	90.70 −	69.98	1896
87/28	هون	538	5.94 +	129.70	3205
K – 12	وادي سوف الجين	450	79.04 −	34.56	1934
MG – 2	وادي سوف الجين	337	143.10 −	6.48	8479
WS – 9	وادي سوف الجين	500	71. 65 −	36.0	2715
MG – 3	تاورغا	949	18.36 +	113.76	3055
81/05	تنيناي	541	10.81 −	70.67	4210
76/88	السكت	735	59.07 −	70.06	3808
ZZ – 2	وادي زمزم	---	67.31 +	41.4	1360
1887/1/2	رأس الطبل	174	78.00 −	3.96	1900
1788/4/2	كرثوم	180	117.75 −	21.96	1131
K – 10	وادي مردوم	400	66.18 −	32.40	2085
P –8	بني وليد	100	88.0 −	108.9	---
76/168	غريان	281	160.20 −	32.76	703

– الخزان الجوفي عين طوبى

يستغل خزان المياه عين طوبي محلياً في الأجزاء الشمالية من حوض غدامس – سوف الجين (بمناطق ترهونة، يفرن، مزدة، وبني وليد). البيانات الموجودة حول هذا الخزان قليلة جداً. الخزان الجوفي عين طوبى تم إختراقه على أعماق تتراوح ما بين 200 متر في الشمال وأكثر من 600 متر في غدامس ووادي زمزم ووادي سوف الجين. إنتاجية الآبار التي تخترق هذا الخزان منخفضة جداً مع رداءة نوعية المياه. ونتيجة لذلك، لم يُعطَ هذا الخزان الجوفي أهمية خاصة في الحوض.



شكل (4-21) العناصر الأساسية لمياه الخزان الجوفي نالوت

د- نظام الخزانات الجوفية الترياسي العلوي - الطباشيري السفلي

- الخزان الجوفي ككـله

تم التعرف على الخواص البتروفيزيائية والهيدروليكية والهيدروكيميائية للخزان الجوفي ككلة بشكل جيد من خلال البيانات المتحصل عليها من آبار النفط وآبار المياه الاختبارية والإنتاجية التي حفرت بمناطق متفرقة من حوض غدامس – سوف الجين خلال العقود الأربعة الماضية.

يعتبر هذا الخزان ذا أهمية اقتصادية، ويمتد غرباً في الجنوب التونسي والصحراء الجزائرية، وهو خزان جوفي مشترك يعرف بحوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك بين ليبيا وتونس والجزائر، ويتكون هذا الخزان في ليبيا من طبقات سميكة من الحجر الرملي متداخلة مع طبقات من الطين والغرين والصلصال، وتتبع صخور العصر الجوارسي الأوسط والطباشيري السفلي، ويقع على أعماق تتراوح ما بين 600 إلى 1500 متر، ويقل العمق تدريجياً في إتجاه سلسلة جبل نفوسة .

تتميز الأبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان في حوض غدامس- سوف الجين بتدفق ذاتي للمياه (إرتوازية) بمناطق الشمال الشرقي والجنوب الغربي من الحوض، أما منسوب المياه بمنطقة الحمادة الحمراء فيوجد على أعماق كبيرة جداً تصل إلى 350 متر تحت سطح الأرض ، كما أن إنتاجية الأبار عالية جداً تتجاوز 170 متر مكعب/الساعة بمناطق الشمال الشرقي، بينما تقل تدريجياً في جميع الإتجاهات حتى تصل إلى أقل من 50 متر مكعب/الساعة بمناطق ظهر الجبل (جدول 4-11).

معامل الإمرارية يتراوح ما بين 1.7×10^{-3} إلى 7.5×10^{-2} م^2/الثانية، ومعامل التخزين يتراوح ما بين 10^{-4} إلى 10^{-5} في المناطق التي يكون فيها الخزان الجوفي محصور (حبيس). تتراوح مسامية الطبقات الحاملة للمياه

المحسوبة من سجلات السرود الجيوفيزيائية لآبار النفط والمياه المحفورة في الحوض ما بين 20% إلى 38%.

جدول (4-11) بيانات الخزان الجوفى ككلة بحوض غدامس – سوف الجين

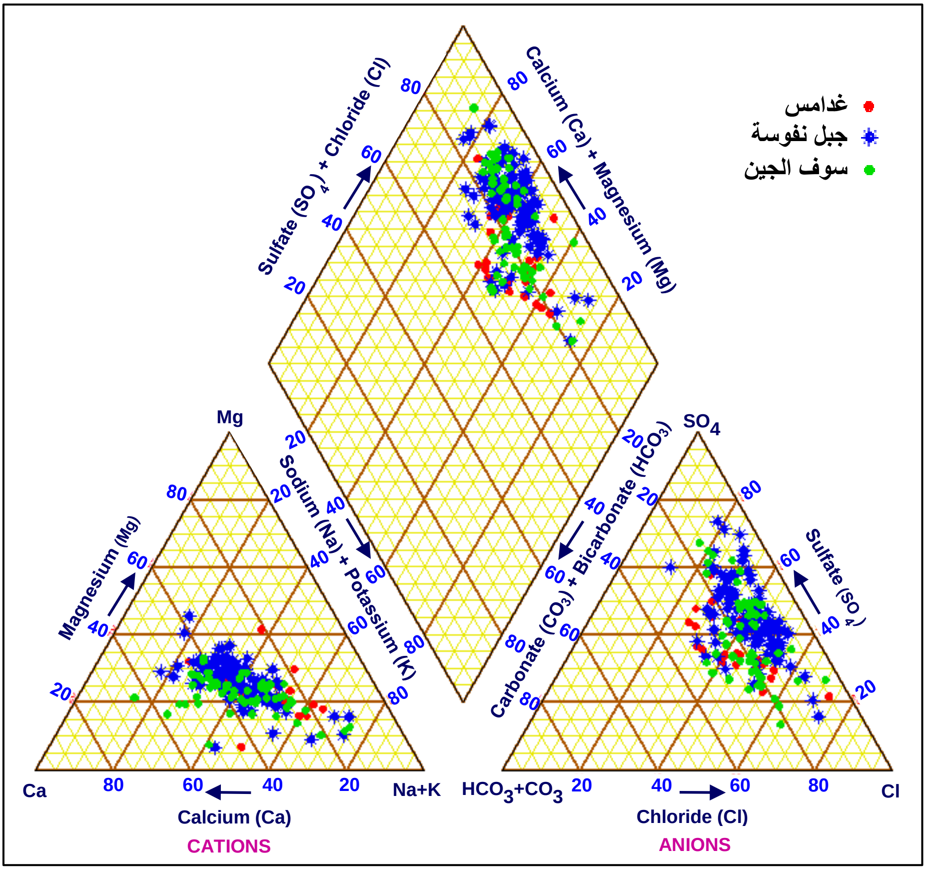
رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	عمق مستوى الماء (متر)	الإنتاجية (م^3/الساعة)	مجموع الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)
64/78	سيناون	975	117.90 -	99.7	1132
203/80	غدامس	1050	13.00 +	191.0	894
96/76	درج	915	102.90 -	120.0	1140
159/89	جنوب درج	860	251.49 -	86.4	986
358/89	اولاد محمود	420	264.00 -	15.0	1456
31/81	وادي فسانو	730	273.70 -	53.7	1740
46/2008	الجويبية	437	275.4-	79	1412
182/80	جنوب الزنتان	504	307 -	42	1100
4/88	القليب	750	335.8-	22.97	2172
96/83	القريات	760	185.40 -	60.0	1538
11/81	الحمادة الحمراء	800	283.00 -	49.0	1056
158/89	شمال سيناون	885	146.30 -	79.9	4851
25/87	مرحان	770	244.30 -	58.3	1257
41/84	تاورغاء	1445	64.80 +	360.0	1780
10/87	وادي زمزم	1100	49.48 +	125.0	1339
7/89	بني وليد	973	93.40 -	76.0	1678
27/91	بني وليد	1006	11.40 -	199.0	1547
2/87	ابونجيم	1458	40.39 +	117.65	1623
15/88	بي الكبير	1300	54.53 +	179.20	1600
18/88	حزوة	800	265.29 -	55.80	1684
359/89	وازن	210	76.00 -	36.0	1800
22/87	وادي تنيناي	1063	21.80 -	196.5	1741
88/95	الشويرف	650	78.11 -	79.0	1037
Mar – 1	وادي مردوم	960	24.63 +	104.0	1374
Mar – 7	وادي مردوم	1100	36.77 +	264	1372
39/84	تاورغاء	1462	40.95 +	310	1220
60/77	وادي زمزم	1291	40.39 +	176	1430
48/81	وادي نينا	800	25.25 +	89	1146
26/80	سوق الخميس	1035	21.82 -	122	2400
25/85	قرارة السويح	1740	44.18 -	227	1225

درجة حرارة المياه تتراوح ما بين 40 إلى 85 درجة مئوية، حيث تم تسجيل أعلى درجة حرارة للماء في الآبار العميقة المتدفقة ذاتياً الواقعة في الجزء الشرقي من الحوض ويبدو أن هذه الحرارة لها علاقة بالطبيعة الحركية للمنطقة.
تتراوح ملوحة مياه هذا الخزان من أقل من 1000 إلى حوالي 1500 مليجرام/لتر، وقد تصل إلى أكثر من 2000 مليجرام/لتر في بعض المناطق، وتتجاوز 3000 مليجرام /لتر في أقصى الغرب عند الحدود مع تونس. العسر الكلي لمياه الخزان الجوفي ككلة يتراوح ما بين 300 مليجرام /لتر إلى حوالي 800 مليجرام/لتر، وقد يتجاوز 1000 مليجرام /لتر في بعض المناطق، وتصنف مياه هذا الخزان على أنها مياه عسرة جداً.
تم تمثيل نتائج التحاليل الكيميائية المتاحة لعينات المياه المجمعة من الآبار الإنتاجية التى تخترق الخزان الجوفي ككلة لفترات زمنية مختلفة باستخدام مثلث بايبر كما هو مبين في شكل (4-22). هذا الشكل يوضح بأنه لا توجد أيونات موجبة سائدة ما عدا بعض الآبار التى يصبح فيها أيون الصوديوم سائداً، ويغلب على معظم الآبار أيونات الكلور والكبريتات بالنسبة للأيونات السالبة.

الخزان الجوفي أبوشيبة

يعتبر الخزان الجوفي أبوشيبة خزان جوفي رئيسي في الجزء الشرقي من جبل نفوسة (بمناطق ترهونة، مسلاته وغريان). يتكون هذا الخزان من الحجر الرملي والحصى مع تداخلات من الغرين والطين. يتراوح عمق الآبار التي تخترق الخزان الجوفي أبوشيبة من 270 إلى 690 متر وتعطي هذه الآبار انتاجية تتراوح ما بين 25 إلى 70 متر مكعب/الساعة. العمق إلى مستوى الماء يتراوح ما بين 250 إلى حوالي 425 متر تحت سطح الأرض (جدول 4-12)، ونوعية المياه تتراوح ما بين 700 إلى 2900 ملليجرام/لتر. معامل الإمرارية

المتحصل عليه من تجارب الضخ بالآبار التي تستغل هذا الخزان يتراوح ما بين 1.2×10^{-3} إلى 5.0×10^{-2} م^2/الثانية.

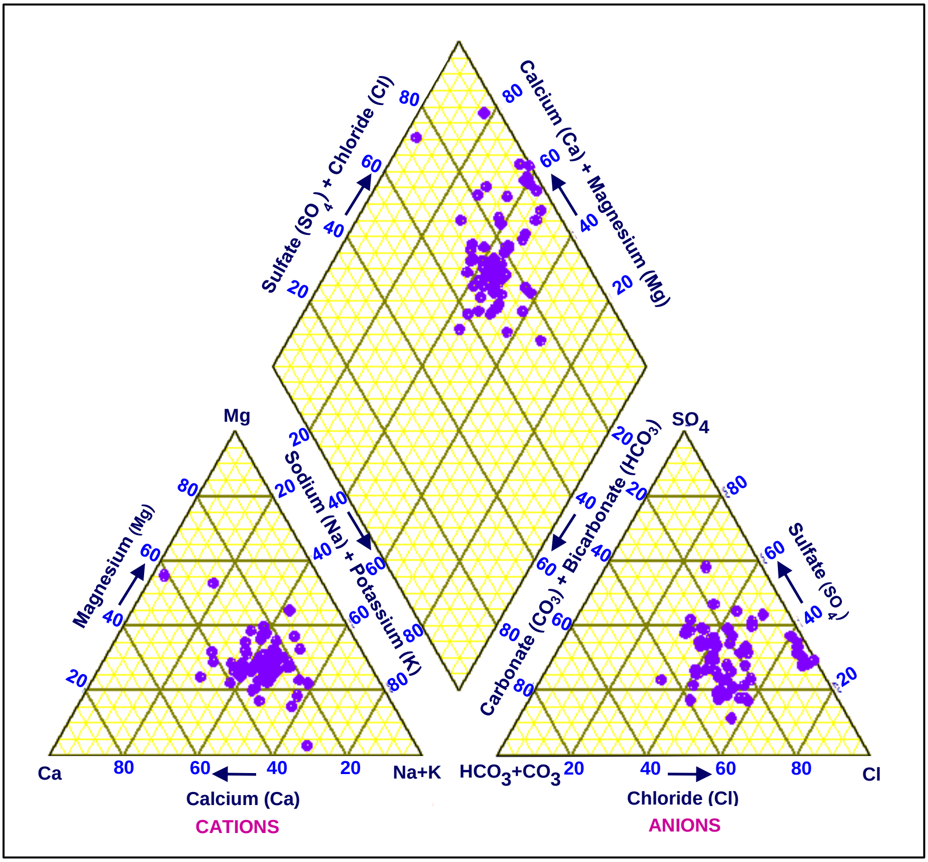


شكل (4–22) العناصر الأساسية لمياه الخزان الجوفى ككلة

يتراوح مجموع الأملاح الذائبة لمياه الخزان الجوفي أبوشيبة ما بين 580 إلى 1900 مليجرام/لتر وقد يتجاوز 2000 مليجرام/لتر. العسر الكلي يتراوح ما بين 170 إلى أكثر من 1000 مليجرام/لتر. مياه الخزان الجوفي أبوشيبة يغلب عليها كلوريدات الصوديوم كما هو مبين في شكل (4–23).

جدول (4-12) بيانات الخزان الجوفي أبوشيبة بمناطق ترهونة ومسلاتة

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)	الإنتاجية ($م^3$/ساعة)	مجموع الأملاح الذائبة (ملج/لتر)
102/76	الشرشارة	505	275.88	22.43	1279
103/76	بئر مجي	509	353.5	22	1219
106/76	الخضراء	652	314.1	20.8	1902
15/78	ترهونة	600	330	24	1220
174/78	ترهونة	345	138	45	700
6/80	ترهونة	550	357.1	24	2133
7/80	ترهونة	531	317.57	32	1500
8/80	ترهونة	592	382.82	27.7	700
23/80	ترهونة	600	291	45	1830
68/80	ترهونة	450	320.11	20.25	1049
42/86	ترهونة	556	295.02	50.7	1598
45/86	ترهونة	606	406.5	8.33	1271
48/86	ترهونة	553	307.5	31.6	1414
432/88	ترهونة	555	320	60	1480
99/76	مسلاتة	410	213.97	22.75	1974
100/76	مسلاتة	431	200.82	23.23	1472
41/80	مسلاتة	403	323.35	37.5	860
40/80	مسلاتة	415	256.91	40	930
18/81	اولاد العالم	476.6	259.89	50	1100
732/90	الشرف	450	318.1	30	960
731/90	مسلاتة	450	273.44	33.3	890
729/90	لواتة	430	249.65	22.62	705
726/90	زعفرانة	462.7	273.2	22.18	801
727/90	بني مسلم	441	243.8	31	951
728/90	مسلاتة	454	253.06	33	1237
756/95	الشعافين	460	327.05	36	1124
936/95	لواتة	430	239.67	36	1015
519/97	زعفرانة	460	274.5	41.52	828
601/98	الحاضيرات	416	179.7	26.4	1939
123/99	الفواتير	425	251.72	36.9	791
487/99	الشباعنة	435	317.9	27.31	796
455/2000	الحضيرات	430	206.9	37.71	1248
145/2002	مسلاتة	300	118.75	42.3	676



شكل (4-23) العناصر الأساسية لمياه الخزان الجوفي أبوشيبة

4-1-2-3- حوض مرزق

يقع حوض مرزق جنوب غرب ليبيا، ويغطي مساحة تقدر بحوالي 428000 كيلومتر مربع، يحده من الجنوب الحدود الليبية النيجيرية، ومن الغرب الحدود الليبية الجزائرية، ومن الشرق جبل بن غنيمة والهروج الأسود، ومن الشمال الحمادة الحمراء، أي يشمل المنطقة ما بين خطي عرض 16° و 28° شمالا. الحوض عبارة عن صحراء مغطاة بالكثبان الرملية والحصى (ادهان أوباري وادهان مرزق) ومحاطة بسلاسل أو مرتفعات جبلية بالمنطقة الغربية والشرقية والشمالية الشرقية، ولا يزيد إرتفاع المنطقة عن 500 متر فوق سطح البحر

في أغلب المناطق، ماعدا المرتفعات الجبلية التي يتراوح ارتفاعها عن سطح البحر ما بين 750 إلى 1000 متر وتصل إلى أكثر من 1200 متر فوق سطح البحر في بعض المناطق .

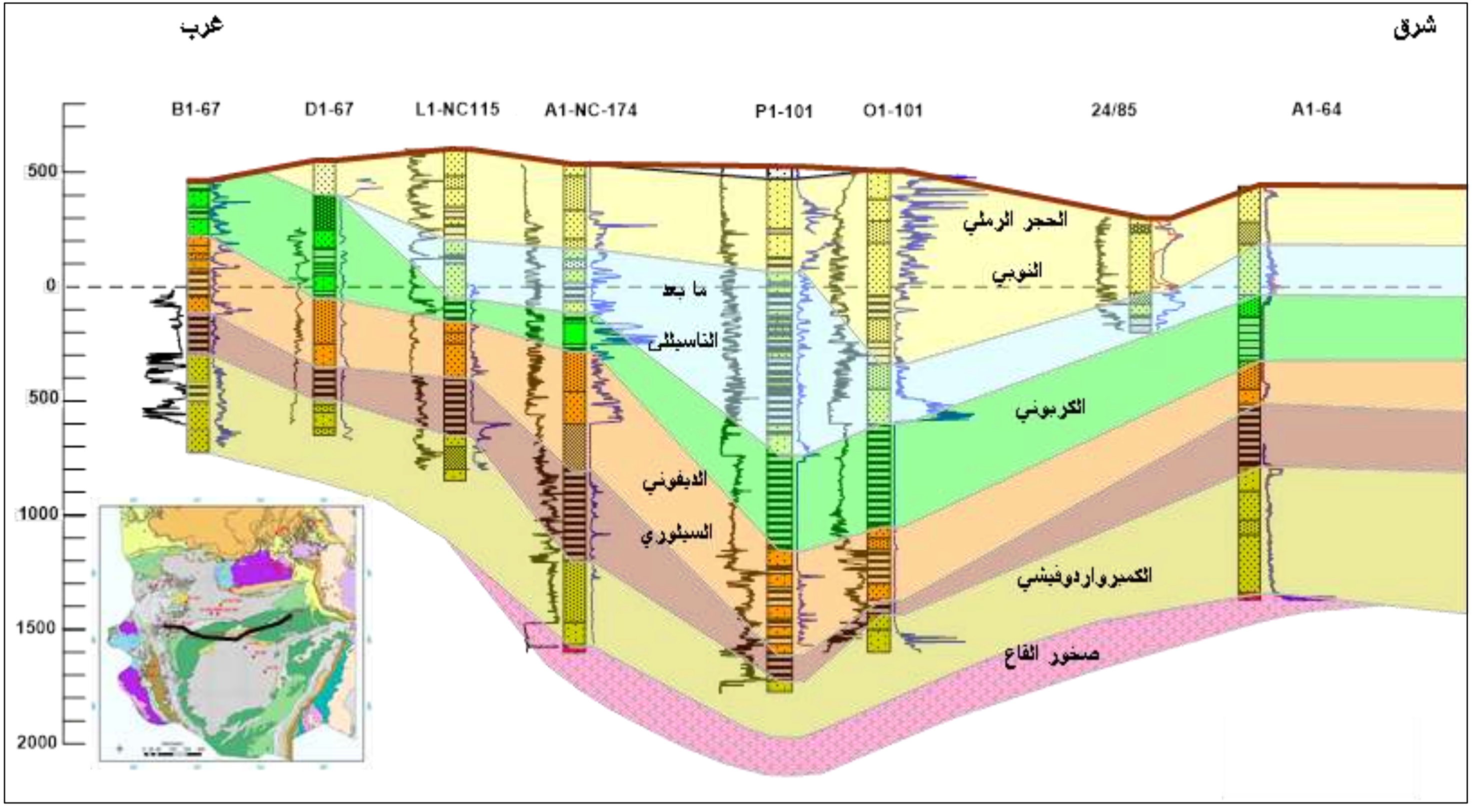
يتركز معظم السكان (أكثر من 90% من سكان الحوض) بالواحات المنتشرة بالحوض، وأهمها وأكثرها كثافة سكانية الوحات المنتشرة على طول إمتداد وادي الشاطئ ووادي الأجال (الحياة)، حيث يعتمد أغلبهم على الزراعة وتربية الأغنام والإبل.

يعتبر حوض مرزق من أهم الأحواض المائية في ليبيا، ويحتوي على خزانات جوفية ذات إمكانيات مائية جيدة من حيث الكمية والنوعية، حيث تم التعرف على هذه الخزانات من خلال نشاط حفر آبار النفط وكذلك حفر آبار المياه الاستكشافية والإنتاجية، والدراسات الهيدروجيولوجية الاستكشافية والتفصيلية في المنطقة (شكل 4-24).

من خلال ما هو متاح من بيانات يتضح وجود مجموعتان من الخزانات الجوفية يمكن تصنيفهما على النحو التالي:

أ- خزانات المياه الجوفية العلوية

مجموعة من الخزانات الجوفية يتراوح عمرها الجيولوجي من العصر الترياسي إلى الكريتاوي السفلي، والمعروفة باسم خزانات الحجر الرملي النوبي وما بعد التاسيللي، وتتكون من طبقات سميكة من الحجر الرملي، متداخلة مع الطين والغرين، ومنفصلة في بعض المناطق ولكنها إقليمياً متصلة هيدروليكياً مكونة خزاناً جوفياً واحداً، وهي تضاهي الحجر الرملي النوبي بمنطقة الكفرة، وكذلك الخزان الجوفي ككله بحوض غدامس – سوف الجين، وهي ذات أهمية محلية.



شكل (4-24) قطاع جيولوجي بمنطقة حوض مرزق

الامتداد الافقي لطبقات الحجر الرملي النوبي يتحكم فيه تكشف هذه الطبقات على السطح. حيث قدرت المساحة السطحية لهذه الطبقات بحوالي 213000 كيلومتر مربع، تغطيها رواسب العصر الرباعي والكثبان الرملية في وسط الحوض. وتعلو طبقات سميكة من الطين والصلصال التابعة للعصر البرمي والكربوني، والتي تعمل كفاصل بين خزانات المياه الجوفية العلوية والسفلية. اقصى سمك لهذه الطبقات الفاصلة يصل إلى أكثر من 1000 متر بوسط الحوض ويبداء في التناقص التدريجي في اتجاه اطراف الحوض ليصل إلى حوالي 200 متر.

– الخزان الجوفي الحجر الرملي النوبي

يتواجد هذا الخزان بوسـط حوض مرزق بمناطق وادي الحياة ، سـبها ومرزق، ويتم استغلاله بشكل رئيسي للري من خلال المشاريع الزراعية العامة والمزارع الخاصة.

يتكون هذا الخزان من طبقات الحجر الرملي التابعة للعصر الجوراسي الأوسط إلى الطباشيري السفلى. هذه الطبقات قد تكون منفصلة محلياً في بعض المناطق إلى خزانيين جوفيين علوي وسفلي، ولكن على مستوى الحوض تكون متصلة من الناحية الهيدروليكية وتتصرف كطبقة مائية واحدة غير محصورة. يتراوح العمق إلى منسوب المياه الجوفية من 6 إلى 40 متر تحت سطح الأرض. الآبار التي تخترق هذا الخزان تعطي معدلات إنتاجية عالية، تتراوح ما بين 64 إلى 310 م^3/الساعة. تختلف الإنتاجية النوعية (التصريف النوعي) لهذه الآبار من 7.3×10^{-4} إلى 1.5×10^{-2} م^2/الثانية.

يتفاوت معامل الناقلية (الإمرارية) للخزان الجوفي النوبي المتحصل عليه من تجارب الضخ الطويلة التي أجريت في مناطق الحوض من

2.6×10^{-3} إلى 5.2×10^{-2} م^2/الثانية، أما الموصلية الهيدروليكية فتتراوح ما بين 2.5×10^{-5} إلى 5.5×10^{-4} م/الثانية، ويتراوح معامل التخزين من 1.0×10^{-2} إلى 5.4×10^{-2} في الطبقة العلوية من الخزان، وحوالي 2.3×10^{-4} بالنسبة للطبقة السفلية من الخزان. تتراوح المسامية التي تم حسابها من السرود الجيوفيزيائية ما بين 20% إلى 40%.

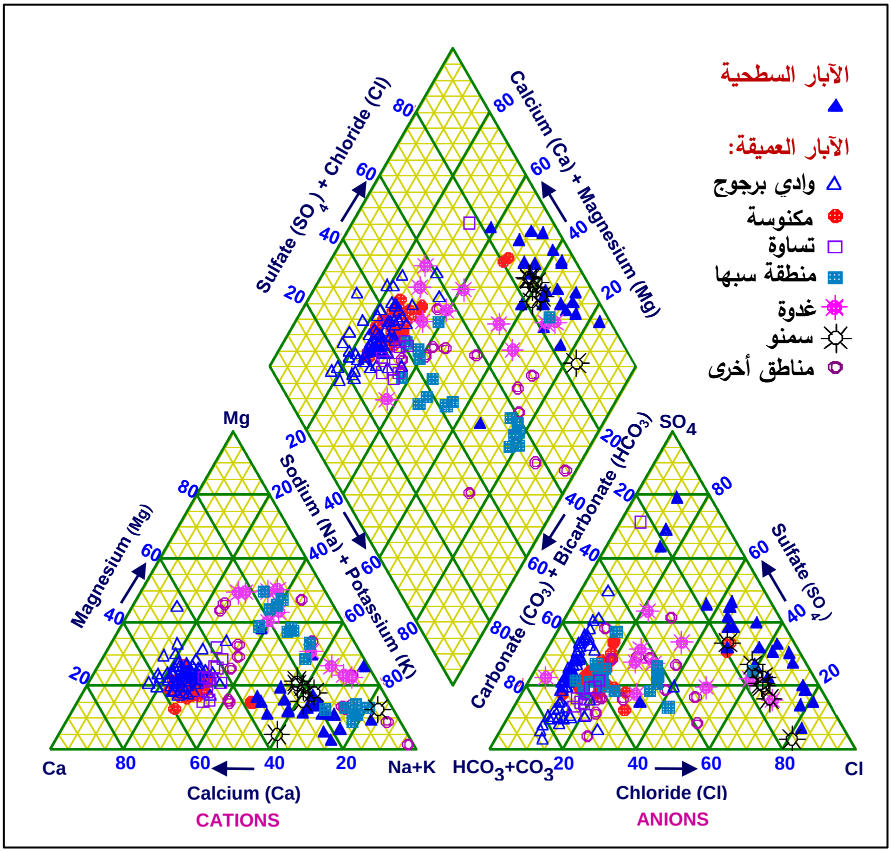
نوعية مياه هذا الخزان جيدة (مياه عذبة)، حيث يتراوح مجموع الأملاح الذائبة عادة ما بين 60 إلى 450 ملليجرام/لتر، والعسر الكلي يتراوح ما بين 20 إلى أكثر من 100 ملليجرام/لتر. بصفة عامة تصنف هذه المياه من حيث الأيونات السائدة على أنها (Ca Na Mg HCO_3) أو (Ca Na HCO_3) أو (Ca Na HCO_3 SO_4)، أي تصنف بأنها بيكربونات الكالسيوم والصوديوم (شكل 4−25).

يعتبر الجزء العلوي من الخزان الجوف النوبي ذو ملوحة عالية نتيجة تأثير السبخات وتسرب مياه الري. ملوحة المياه التي جمعت من آبار المزارعين المحفورة بأعماق تتراوح ما بين 10 إلى 50 متر تتراوح ما بين 600 إلى 5900 ملليجرام/لتر وهي تصنف على أنها كلوريدات الصوديوم مع وجود الجبس والكالسيوم وتركيز عالي للنترات.

– الخزان الجوفي ما بعد التاسيللي

يتكون الخزان الجوفي ما بعد التاسيللي من الرمل والحجر الرملي والحصى مع تداخلات من الغرين والطين.

بناءً على المعلومات المتحصل عليها من السرود الجيوفيزيائية التي أجريت في آبار المياه التي تم حفرها خلال الدراسة الهيدروجيولوجية لمنطقة المجدول− تجرهي − الويغ (1998) في الجزء الشرقي للحوض، يمكن



شكل (4–25) تصنيف مياه الخزان الجوفي الرملي النوبي في حوض

تقسيم رواسب ما بعد التاسيللي إلى ثلاثة خزانات جوفية يفصلها طبقتين عازلتين تتكون من تتابعات من الغرين والطين والحجر الرملي.

الخزان الجوفي الضحل يتم اختراقه من خلال حفر آبار المزارعين الخاصة لاستخدامها في الري. عمق هذه الآبار يعتمد على الوصول إلى الطبقات التي يصعب اختراقها باستخدام الحفارات البسيطة. يختلف عمق الآبار التي تخترق هذا الخزان من 5 إلى 120 متر مع معدل تصريف يتراوح ما بين 0.4 إلى 19 متر مكعب في الساعة.

الخزان الجوفي الأوسط (يعتبر الخزان العلوي الرئيسي) يتم اختراقه بحفر الآبار إلى أعماق تتراوح ما بين 300 إلى 500 متر تحت سطح الأرض في أوباري ووادي إراون في المناطق الشمالية الغربية للحوض، وكذلك في مناطق المجدول – تجرهي – الويغ في المناطق الجنوبية الشرقية. هذه الآبار تعطي إنتاجية تتراوح ما بين 50 إلى 259 م^3/الساعة. يختلف التصريف النوعي لهذه الآبار ما بين 7.0×10^{-4} إلى 1.0×10^{-2} م^2/الثانية. أما الخزان الجوفي العميق فقد تم اختراقه عن طريق 3 آبار مراقبة (بيزومترية) على أعماق تتراوح ما بين 684 إلى 800 متر في مناطق المجدول وتجرهي والويغ. كما تم اختراقه في بعض الآبار الإنتاجية في وادي إراون.

العمق إلى مستوى المياه المقاسة في الآبار الضحلة يتراوح من 1.25 إلى 14.5 متر تحت سطح الأرض، وفي الآبار التي تخترق الخزان الأوسط يتراوح ما بين 5.9 متر إلى 58 متر تحت سطح الأرض، أما في الخزان الجوفي العميق فيتراوح ما بين 15 متر فوق سطح الأرض إلى 48 متر تحت سطح الأرض.

البيانات المتحصل عليها من آبار النفط التي تم حفرها في الحوض بأكمله تشير إلى وجود هذه الخزانات الثلاثة في وسط الحوض. ويمكن اعتبار طبقات المياه الجوفية هذه كخزان جوفي واحد محصور متواجد على أعماق تتراوح ما بين 600 و 900 متر تحت سطح الأرض.

يتراوح معامل الامرارية للخزان الجوفي ما بعد التاسيللي ما بين 1.1×10^{-3} إلى 2.8×10^{-2} م^2/الثانية، ومعامل تخزين يتراوح ما بين 1.4×10^{-5} إلى 3.7×10^{-3} في الحالة التي يكون فيها الخزان الجوفي محصور، وما بين 1.0×10^{-2} إلى 8.0×10^{-2} في الحالة التي يكون فيها الخزان الجوفي حر (غير محصور).

الموصـــــلية الهيدروليكية لهذا الخزان تتراوح ما بين 1.6×10^{-5} إلى 1.8×10^{-4} م/الثانية. جدول (4–13) يوضـــــح بيانات المعاملات الهيدروليكية لخزانات المياه الجوفية العلوية.

مياه الخزان الجوفي الضحل عالية الملوحة، حيث يتراوح مجموع الأملاح الذائبة ما بين 450 إلى أكثر من 6000 ملليجرام/لتر. يعتبر عنصـــــر الصوديوم هو الأيون الموجب السائد، والكلور هو الأيون السالب السائد. أكثر من 60% من عينات المياه تصنف على أنها ($Na\ Ca\ Cl\ SO_4$).

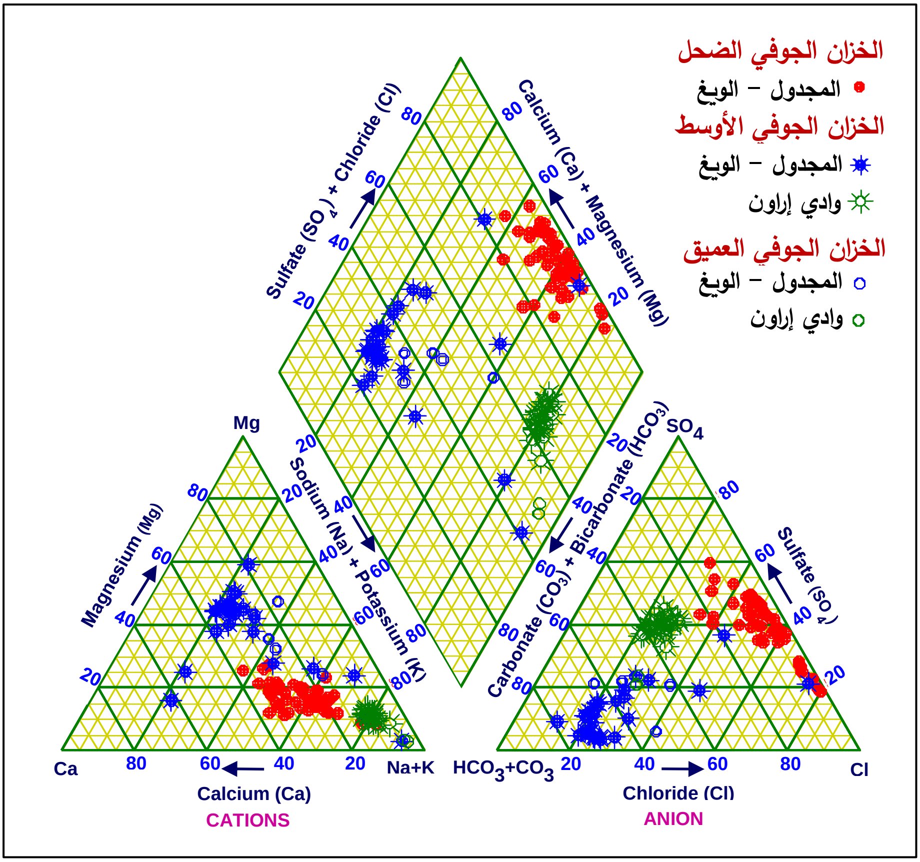
مياه الخزان الجوفي الرئيسي (ما بعد التسيللي الأوسط) تصنف بأنها عذبة، مجموع الأملاح الذائبة يتراوح ما بين 70 إلى 815 ملليجرام/لتر، يعتبر عنصر الماغنسيوم هو الأيون الموجب السائد، وبيكربونات الكالسيوم هو الأيون السالب السائد. أكثر من 40% من عينات المياه تصنف على أنها ($Mg\ Ca\ HCO_3\ Cl$) إذا تم استثناء بعض العينات التى تصنف على أنها كلوريد الصوديوم والتي يعتقد بأنها مختلطة بمياه الجزء العلوي من هذا الخزان.

التحاليل الكيميائية لعينات مياه الخزان الجوفي العميق تصـــــنف هي الاخرى بأنها عذبة، مجموع الأملاح الذائبة يتراوح ما بين 90 إلى 740 ملليجرام/لتر، عنصر الماغنسيوم هو الأيون الموجب السائد، وبيكربونات الكالسيوم هو الأيون السالب السائد (شكل 4–26).

الأكسـجين الذائب وثاني اكسـيد الكربون الحر موجودة في المياه التي تم ضخها من الخزان الجوفي ما بعد التاسيللي. الاكسجين الذائب تم قياسه في الخزان ما بعد التاســيللي العلوي والأوســط والعميق، حيث يتراوح ما بين 2 إلى 15 ملليجرام/لتر. ثاني أكسـيد الكربون الحر تم قياســه بمياه الخزان ما بعد التاســـيللي الأوســـط، حيث يتراوح ما بين 1.2 إلى 2 ملليجرام/لتر.

جدول (4-13) المعاملات الهيدروليكية لخزانات المياه الجوفية العلوية

رقم البئر	الموقع	معامل الإمرارية ($م^2$/اليوم)	الموصلية الهيدروليكية (متر/اليوم)	معامل التخزين
--	الحميرة	1296	--	1.0×10^{-2}
--	مكنوسة	4320	--	8.0×10^{-2}
TW16	شمال شرق سبها	1123	36.23	1.97×10^{-3}
PW-1	جنوب سبها	700	--	2.2×10^{-4}
PW-2	جنوب سبها	302	13.73	5.4×10^{-4}
101/246/80	سبها	544	--	4.2×10^{-4}
PW-8	--	1296	--	2.6×10^{-4}
PW-13	--	1469	--	8.0×10^{-5}
PW-12	--	1123	--	2.1×10^{-3}
13/314/82	وادي إراون	950	14.39	6.31×10^{-5}
TW-10	سمنو	242	1.41	2.06×10^{-4}
13/21/79	تربو	1424	12.17	2.12×10^{-5}
8/12/79	القطرون	668	10.12	1.79×10^{-4}
10/14/79	القطرون	162	5.28	2.31×10^{-4}
2/9/95	شمال القطرون	121	0.72	1.4×10^{-3}
3/10/95	القطرون	132	1.26	4.5×10^{-2}
1/8/95	المجدول	821	14.40	2.8×10^{-3}
4/11/95	تجرهي	147	1.46	1.9×10^{-3}
5/12/95	الويغ	130	2.10	2.5×10^{-4}
5/5/97	الويغ	138	2.38	2.6×10^{-4}
13/73/85	الويغ	756	14.26	3.4×10^{-4}
19/222/79	الويغ	368	4.09	5.35×10^{-5}



شكل (4-26) تصنيف مياه الخزان الجوفي ما بعد التاسيللي في حوض مرزق

ب- خزانات المياه الجوفية العميقة (السفلية)

توجد خزانات المياه الجوفية التابعة لحقب الحياة القديمة (الباليوزوي) أعلى صخور القاعدة (ما قبل الكمبري). وتشمل هذه الخزانات، الحجر الجيري الكربوني والحجر الرملي السيلوري - الديفوني، والحجر الرملي التابع للعصر الكمبروأردوفيشي. تتواجد خزانات المياه الجوفية التابعة لحقب الحياة القديمة تقريبا في كل مناطق حوض مرزق، ويتراوح سمكها من حوالي 300 متر عند حواف الحوض إلى أكثر من 1000 متر في وسط الحوض.

يتم تنمية واستغلال مياه هذه الخزانات في المناطق الواقعة عند حواف حوض مرزق حول جبل الحساونة في الشمال، ووادي الشاطي في الشمال الشرقي، ووادي تانازوفت وغات في الجنوب الغربي. لذلك فإن المعلومات المتعلقة بالخصائص البتروفيزيائية والهيدروليكية لهذا الخزان محدودة جداً في الأجزاء الوسطى والجنوبية الشرقية من الحوض.

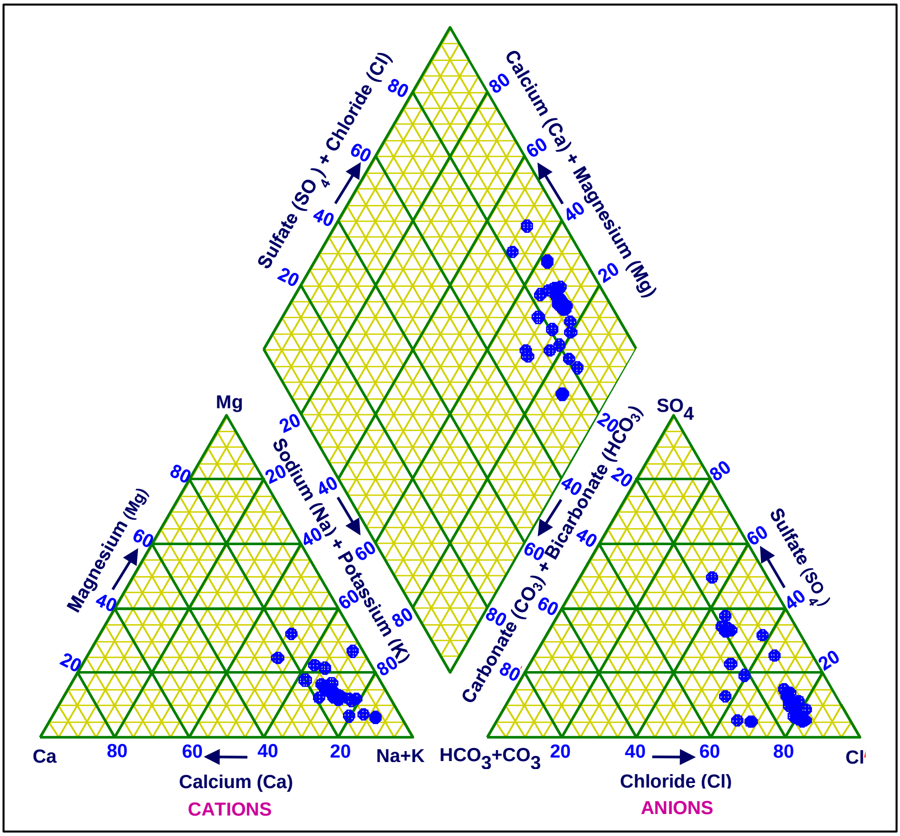
- **الخزان الجوفي الكربوني**

يتكون الجزء العلوي من هذا الخزان (تكوين دمبابة واسد جفار) من الحجر الجيري والدولوميت والطين والجبس والصلصال، ويعتبر خزان جوفي محلي يوجد أعلى الطبقة العازلة التابعة لتكوين مرار المكونة للجزء السفلي من صخور الكربوني. هذا الخزان الجوفي يعتبر قليل الأهمية بسبب الامتداد الافقي المحدود جداً، بالإضافة إلى الإنتاجية المنخفضة، والملوحة العالية جداً. لقد تم قياس تركيز أملاح يزيد على 38000 مللغم/لتر في عينات المياه التي تم جمعها من البحيرات في بحر رمال أوباري.

- **الخزان الجوفي السيلوري – الديفوني**

يتكون الخزان الجوفي السيلوري – الديفوني من صخور تكوينات عوينات اعوينين وأكاكوس، التي تتكون من حجر رملي ناعم إلى خشن الحبيبات ومتماسك، متداخل مع الغرين والطين. يتم استغلال هذا الخزان على طول امتداد وادي الشاطيء على أعماق تتراوح ما بين 20 إلى 200 متر تحت سطح الأرض. وقد تم حفر عدد كبير من الآبار لاستغلال هذا الخزان الجوفي، معظمها ذاتي التدفق خلال العقود الماضية. العمق إلى مستوى سطح الماء يتراوح ما بين 17 متر فوق سطح الأرض إلى 73 متر تحت سطح الأرض.

بيانات المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي السيلوري – الديفوني تم الحصول عليها من تجارب الضخ المنفذة في الآبار الإنتاجية التي تخترق هذا الخزان في منطقة وادي الشاطيء. معامل الناقلية (الإمرارية) يتراوح ما بين 1.2×10^{-3} إلى 5.1×10^{-2} م^2/الثانية، وتتراوح الموصلية الهيدروليكية ما بين 2.3×10^{-5} إلى 3.1×10^{-4} م/الثانية. وقدر معامل التخزين بمتوسط يتراوح ما بين 2.0×10^{-4} إلى 5.5×10^{-4}. مجموع الأملاح الذائبة بمياه هذا الخزان تتراوح ما بين 313 إلى 1220 ملليجرام/لتر. العسر الكلي للمياه يتراوح ما بين 50 إلى 370 ملليجرام/لتر. مياه هذا الخزان تصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها كلوريد الصوديوم (شكل 4–27).



شكل (4-27) تصنيف مياه الخزان الجوفي السيلوري – الديفوني في حوض مرزق

- **الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي**

يشكل الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي الخزان الجوفي العميق للمياه الجوفية بمناطق حوض مرزوق. ويتكون هذا الخزان من طبقات الحجر الرملي التابعة لتكوينان المامونيات، ومليزشقران، وحواز، والشبيات، والحساونة. جميع هذه التكوينات تعرف بنظام الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي، ويمكن تصنيفها إلى وحدتين رئيسيتين للمياه الجوفية منفصلتين محليا بطبقات الطين والغرين التابعة لمليزشقران. هذا الفصل غير متواصل، مما يجعل اعتبار الخزان الجوفي كوحدة هيدروليكية واحدة. هذا الخزان يوجد اسفل طبقات الطين والصلصال التابعة لتكوين تنازوفت التي تجعله خزان جوفي محصور.

في الجزء الشمالي من حوض مرزوق، الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي يصبح على اتصال هيدروليكي مباشر مع الخزان الجوفي ككلة بحوض غدامس – سوف الجين.

تخترق الآبار الإنتاجية التي تم حفرها في مناطق غات وتهالة على الجانب الشرقي من وادي تنازوفت طبقات غير سميكة (رقيقة) من الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي، وهي عبارة عن خزان جوفي محصور بسبب وقوعها أسفل طين تنازوفت (بسمك يتراوح ما بين 70 إلى 100 متر). تم ضخ هذه الآبار بمعدل انتاجية يتراوح ما بين 70 إلى 240 م^3/الساعة، بتصريف نوعي يتراوح ما بين 3.6×10^{-4} إلى 1.1×10^{-2} م^2/الثانية. جميع هذه الآبار كانت تحت ضغط كبير (المياه الجوفية ذاتية التدفق) خلال المرحلة الأولى من تشغيلها، وكان مستوى المياه موجود ما بين 5 إلى 28.8 متر فوق سطح الأرض. ولكن عند قياس منسوب المياه خلال السنوات 2000–2005م وجد على أعماق تتراوح ما بين 0.4 إلى 17 متر تحت سطح الأرض.

في مناطق سبها وتمنهنت، فقد تم الحصول على البيانات الهيدروجيولوجية من بئرين استكشافيين تم حفرهما إلى العمق 1200 و 1519 متر. يتراوح عمق مستوى المياه في هذين البئرين ما بين 25.3 إلى 47 متر تحت سطح الأرض. تم الانتهاء من بئر تمنهنت واختباره في عام 2009م، وتم ضخه بإنتاجية 112.5 م^3/الساعة ، بتصريف نوعي قدره 1.38 10^{-3} م^2/الثانية.

لقد تم حفر عدد ستة آبار استكشافية في الجانب الغربي من منطقة الهروج الأسود لاختراق طبقات الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي بأعماق تراوحت ما بين 620 إلى 1440 متر. كان مستوى المياه في هذه الآبار يتراوح ما بين 87 إلى 216 متر تحت سطح الأرض. وتم ضخ هذه الآبار بإنتاجية تراوحت ما بين 73 إلى 144 م^3/الساعة ، بتصريف نوعي يتراوح ما بين 1.34 × 10^{-4} إلى 2.53 × 10^{-3} م^2/ثانية.

يتراوح عمق الآبار الإنتاجية المحفورة في مشروع وادى الأريل الزراعي من 273 إلى 879 متر، وتخترق الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي المحصور. يتراوح عمق مستوى المياه المقاسة في هذه الآبار ما بين 1.3 إلى 70 متر تحت سطح الأرض، ويتم ضخها بمعدل يتراوح ما بين 237 إلى 360 م^3/الساعة وبتصريف نوعي يتراوح ما بين 2.41 × 10^{-3} إلى 2.11 × 10^{-2} م^2/الثانية.

بينما يتراوح معدل إنتاجية الآبار المحفورة في حقل جبل الحساونة من 108 إلى 227 م^3/الساعة، ويتراوح تصريفها النوعي ما بين 6.48 × 10^{-4} إلى 3.47 × 10^{-2} م^2/الثانية يعتمد ذلك على النفاذية الثانوية الناتجة عن التشققات الموجودة بصخور التكوين. وقد تم حفر هذه الآبار على أعماق تتراوح ما بين 221 إلى 600 متر، ويتراوح عمق

مستوى المياه في هذه الآبار ما بين 85 إلى 193 متر تحت سطح الأرض.

بيانات المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي متناثرة، ولا تمثل الحوض بأكمله. من خلال البيانات المتوفرة في بعض المناطق، فإن معامل الإمرارية للخزان الجوفي تتراوح ما بين 1.97×10^{-3} إلى 3.7×10^{-2} م^{2}/ثانية في منطقة غات، و 2.85×10^{-3} م^{2}/الثانية في منطقة تمنهنت، وما بين 9.7×10^{-3} إلى 5.1×10^{-2} م^{2}/الثانية في وادي الأريل، وما بين 1.16×10^{-2} إلى 6.37×10^{-2} م^{2}/الثانية في منطقة جبل الحساونة. أما معامل التخزين فيتراوح ما بين 2.0×10^{-5} إلى 3.0×10^{-3} بالنسبة للخزان الجوفي المحصور، وما بين 1.0×10^{-2} إلى 6.4×10^{-2} للخزان الجوفي الحر (غير المحصور). يتفاوت السمك المخترق من طبقات الحجر الرملي التابعة للعصر الكمبروأردوفيشي في وادي تنازوفت وغات من 150 إلى 300 متر، وتتراوح الموصلية الهيدروليكية لهذا الخزان من $1.27 \text{ x } 10^{-5}$ إلى $1.23 \text{ x } 10^{-4}$ م/الثانية. السمك المخترق من طبقات الحجر الرملي التابعة للعصر الكمبروأردوفيشي في سبها وتمنهنت يتراوح ما بين 240 إلى 614 متر، وتتراوح الموصلية الهيدروليكية ما بين 1.173×10^{-5} إلى 3.91×10^{-5} م/الثانية. أما في وادي الأريل فيتراوح السمك المخترق لهذا الخزان الجوفي ما بين 260 إلى 620 متر، والموصلية الهيدروليكية تتراوح من 1.68×10^{-5} إلى 1.49×10^{-4} م/الثانية. وفي جبل الحساونة، يتحول الخزان الجوفي من خزان جوفي حر إلى خزان جوفي محصور (حبيس) في الجزء الشمالي من المنطقة، ويتراوح السمك المخترق من 300 إلى 750 متر، وتتراوح الموصلية الهيدروليكية ما بين 4.05×10^{-5} إلى $2.14 \text{ x } 10^{-4}$ م/الثانية.

تشير التحاليل المعملية للعينات اللبية التي تم جمعها من آبار النفط والمياه الاستكشافية المحفورة بمناطق الحوض إلى أن مسامية الحجر الرملي الكمبروأردوفيشي تتراوح من 6% إلى 25%.

جدول (4–14) يبين المعاملات الهيدروليكية لنظام الخزان الجوفي السفلى التي تم الحصول عليها من الاختبارات المنفذة في آبار المياه الاستكشافية وبعض الآبار الإنتاجية التي تم حفرها في منطقة حوض مرزق.

ملوحة مياه الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي جيدة. تركيز الأملاح الذائبة في مياه هذا الخزان تتراوح ما بين 150 إلى 295 ملليجرام/لتر في مناطق غات وتهالة، وما بين 470 إلى 504 ملليجرام/لتر في سبها وتمنهنت، وما بين 780 إلى 1850 ملليجرام/لتر في الجزء الغربي من الهروج الأسود، وما بين 871 إلى 1037 ملليجرام/لتر بمشروع الدبوات الزراعي، وما بين 650 إلى 1215 ملليجرام/لتر بمشروع وادي الأريل الزراعي، وما بين 630 إلى 1200 ملليجرام/لتر.

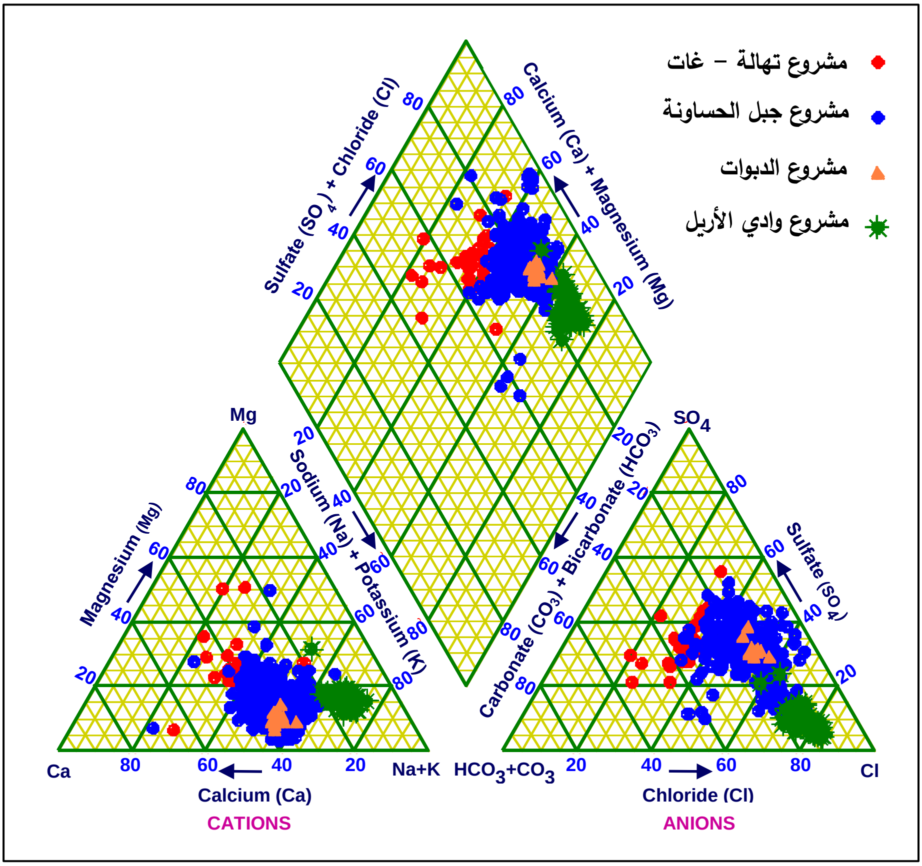
تعتبر مياه هذا الخزان الجوفي من متوسطة إلى عسرة جداً، حيث يتراوح العسر الكلي ما بين 66 إلى 150 ملليجرام/لتر في منطقة تهالة، وما بين 70 إلى113 ملليجرام/لتر في سبها وتمنهنت، وما بين 405 إلى 840 ملليجرام/لتر في مناطق غرب الهروج الأسود، وما بين 325 إلى 375 ملليجرام/لتر في مشروع الدبوات الزراعي، وما بين 220 إلى 250 ملليجرام/لتر في مشروع وادي الأريل الزراعي، وما بين 220 إلى 650 ملليجرام/لتر في جبل الحساونة.

الجدول (4-14) المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي السفلى بحوض مرزق

رقم البئر	الموقع	معامل الإمرارية (متر مربع/اليوم)	الموصلية الهيدروليكية (متر/اليوم)	معامل التخزين
TW8	ادرى	579	5.21	0.000022
W2	الحطايا برقن	769	11.23	0.0003
W6	الحطايا برقن	864	7.52	0.0014
W8	الحطايا برقن	1728	7.00	0.00022
W9	الحطايا برقن	2419	11.30	0.000053
IW1	براك اشكدة	3396	16.73	0.00080
IW20	براك اشكدة	1395	6.49	0.0014
IW25	براك اشكدة	1201	4.43	0.00106
MW4	براك اشكدة	2938	26.79	0.00024
UD8	أم الجداول	285	---	0.00021
US7	أم الجداول	415	---	0.00011
UP8	أم الجداول	311	---	0.000078
US10a	أم الجداول	950	---	0.00013
T/8/82	وادى الملاحة	2667	8.49	0.000531
T/9/82	وادى غيلان	2869	10.71	0.000627
T/10/82	وادى زيمان	764	1.7	0.000617
T/12/82	وادى القايد	1696	2.95	0.000176
T/14/85	جبل الحساونة	2390	6.4	0.058
T/23/76	جبل الحساونة	3802	13.93	0.0264
T/25/76	جبل الحساونة	2627	8.34	0.026
T/27/89	جبل الحساونة	4389	6.18	0.011
T/28/89	جبل الحساونة	8680	15.36	0.07
T/29/89	جبل الحساونة	1912	4.95	0.0106
T/30/89	جبل الحساونة	1547	8.64	0.0114
T/31/83	جبل الحساونة	4900	7.50	0.016
T/32/83	جبل الحساونة	1700	3.50	0.071
T/33/83	جبل الحساونة	2124	9.80	0.037
T/34/89	جبل الحساونة	4308	6.95	0.0353
WA-P2	وادى الأربل	1149	2.08	0.00192
WA-P32	وادى الأربل	3084	10.60	0.000713
WA-P37	وادى الأربل	3931	10.99	0.000894
WA-P40	وادى الأربل	2264	8.71	0.000302
WA-P41	وادى الأربل	1970	4.80	0.000339
WA-P44	وادى الأربل	3542	8.92	0.000342
WA-P59	وادى الأربل	4268	12.89	0.00152
WA-P76	وادى الأربل	2773	7.70	0.000357
WA-P95	وادى الأربل	1534	2.49	0.000451
WA-P113	وادى الأربل	3696	9.58	0.000379
TPW13	تهالة	1728	8.64	0.0059
TPW32	تهالة	388	2.43	0.0012

مياه الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي في منطقة تهالة تصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها $(Ca\ Na\ Mg,\ HCO_3)$ و $(Ca\ Na\ Mg,\ SO_4)$ و $(Ca\ Na\ Mg,\ Cl)$، أما في مشروع الدبوات الزراعي فتصنف على أنها $(Na\ Ca,\ Cl\ SO_4)$، وفي حقل آبار جبل الحساونة أغلب عينات مياه هذا الخزان كانت $(Na\ Ca,\ Cl\ SO_4)$، وفي وادي الأريل فهي كلوريد الصوديوم (شكل 4- 28).

تم قياس العناصر الكيميائية النادرة في مياه الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي في بعض مناطق حوض مرزق. النتائج المتحصل عليها مبينة في جدول (4-15).



شكل (4-28) تصنيف مياه الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي في حوض مرزق

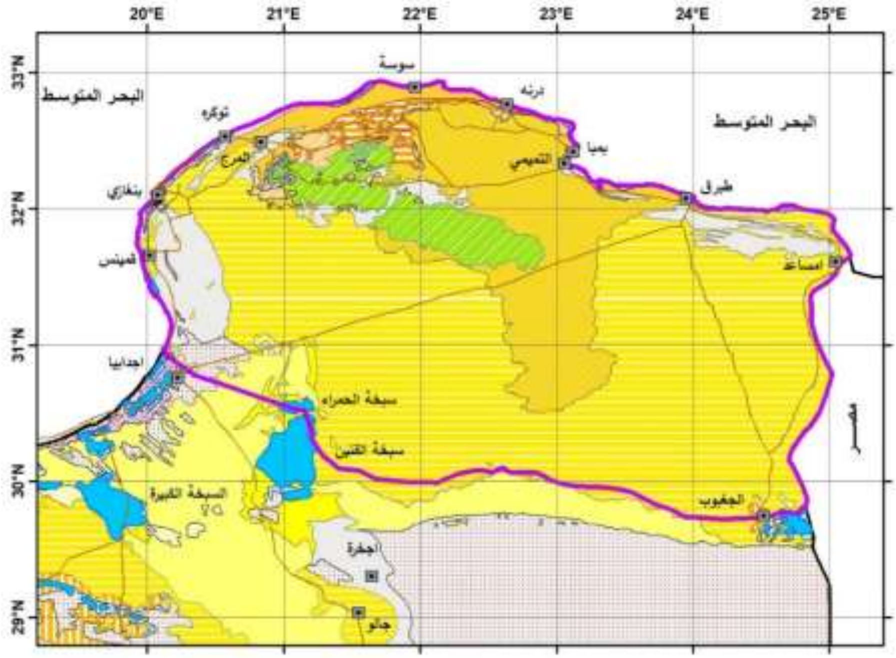
جدول (4–15) العناصر الكيميائية النادرة في مياه الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي في حوض مرزق

العناصر الكيميائية (ملليجرام/لتر)	منطقة تهالة	مشروع الدبوات الزراعي	مشروع وادي الأريل الزراعي	حقل آبار الحساونة
الحديد (Fe)	5 − 0.1	0.03 - 0.06	0.01 - 0.4	0.01 - 0.65
البورون (B)	0.76 − 0.27	0.95 − 0.43	0.81 - 0.24	1.5 − 0.1>
المنجنيز (Mn)	1.4 - 0.1	--------	1.4 - 0.7	0.03<
الفلوريد (F)	1.9 - 0.2	0.72 - 0.26	1.34 - 0.45	3.7 - 0.1
النترات (NO_3)	50< − 4	71 − 41	7<	50< − 12

4–1–2–4– حوض سهل بنغازي – الجبل الأخضر

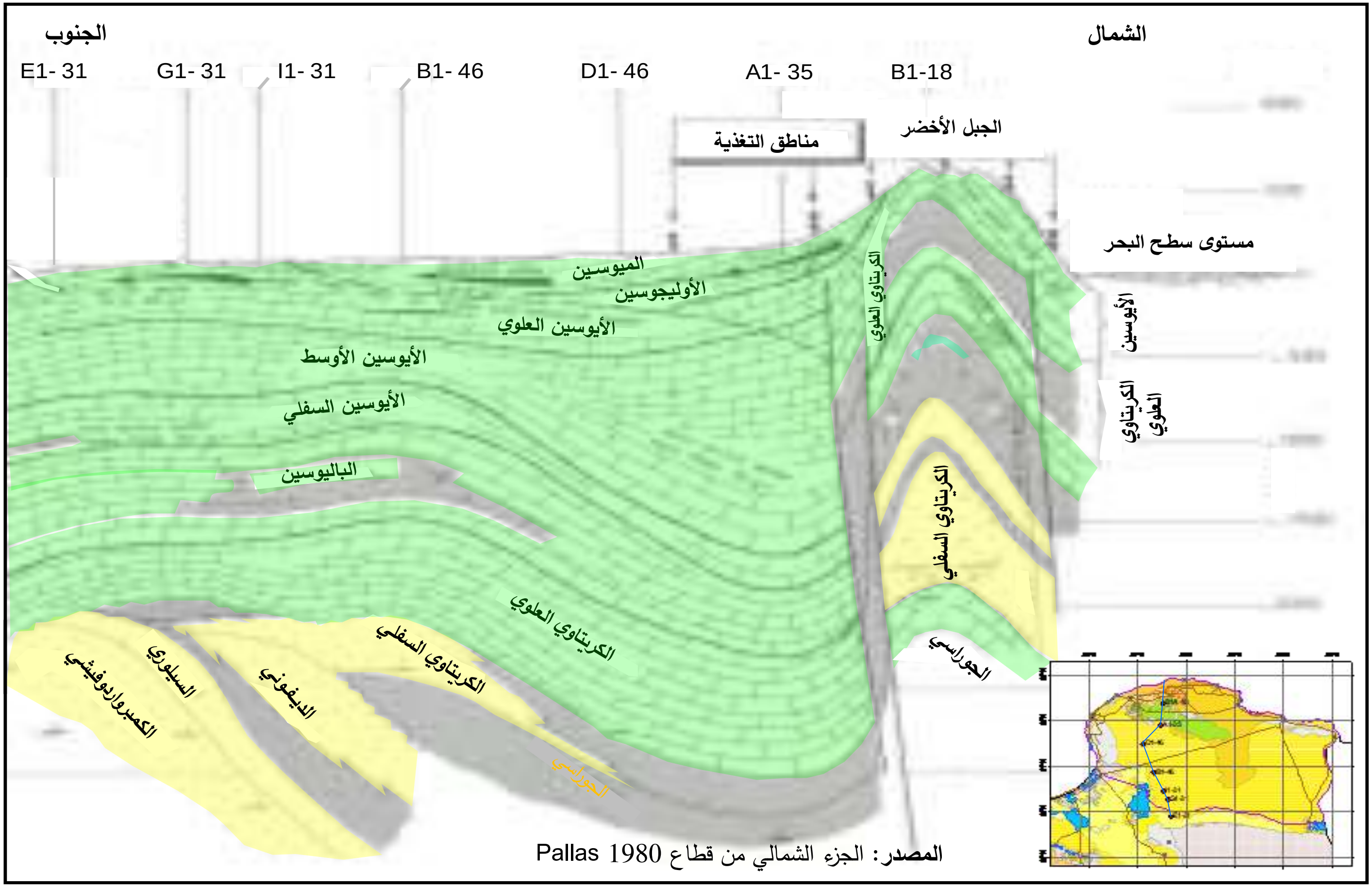
يقع حوض سهل بنغازي – الجبل الأخضر في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا. يحده من الشمال والغرب البحر المتوسط، ومن الشرق مصر، ومن الجنوب والجنوب الغربي حوض السرير – سرت عند خط العرض 30° شمالاً. تقدر مساحة هذا الحوض بحوالي 126750 كيلومتر مربع (شكل 4–29).

يتميز هذا الحوض من الناحية الجيومورفولوجية بوجود هضبة الجبل الأخضر، وهو عبارة عن مرتفعات تمتد من الغرب إلى الشرق تقريبًا موازية لساحل البحر المتوسط، بارتفاع يصل إلى حوالي 880 مترًا فوق مستوى سطح البحر. ينحدر الجبل بشدة في اتجاه الشمال نحو ساحل البحر. أما في اتجاه الشرق والغرب فينحدر قليلاً نحو السهول الساحلية وهي سهل بنغازي وسهل البطنان، وفي الجنوب ينحدر نحو منخفضات اجدابيا والجغبوب المتميزة بعدد من السبخات الكبيرة.



شكل (4–29) حوض سهل بنغازي – الجبل الأخضر

أما من الناحية الهيدروجيولوجية، فتعتبر صخور الإيوسين والميوسين الخزانات الجوفية الرئيسية بالمنطقة، وتتميز بتغير في البيئة التركيبية والصخرية في جميع الإتجاهات، وصخورها مشققة ذات فجوات وكهوف وهو ما يعرف (بالظاهرة الكارستية الفجوية)، وهي عبارة عن تجاويف وكهوف أفقية، وكذلك تجاويف رأسية تتميز بإتساع قطر فوهاتها، وخاصة بصخور الميوسين الظاهر على السطح، وتصل إلى أعماق تتراوح ما بين 100 إلى 150 متر في بعض المناطق (شكل 4–30). الظاهرة الكارستية تلعب دور مهم في تواجد المياه وحركتها في كامل منطقة الحوض، كما أن تغذية الخزانات الجوفية يكون عادة نتيجة التسرب المباشر لمياه الأمطار، ومياه الجريان السطحي خلال الأودية التي تتخلل الجبل الأخضر. المخارج الطبيعية للمياه الجوفية في الحوض إما عن طريق



شكل (4–30) قطاع جيولوجي بحوض سهل بنغازي – الجبل الأخضر

العيون أو البحر في المناطق الشمالية أو الأسباخ المنتشرة في جنوب الحوض.

يمكن تلخيص أهم الخزانات الجوفية في هذا الحوض على النحو التالي:

أ- الخزانات الجوفية المعلقة

توجد هذه الخزانات محلياً في رواسب العصر الرباعي، وتتواجد عادة على أعماق تتراوح ما بين 20 إلى 50 متر، وتعطي انتاجية ضعيفة جداً لا تتجاوز 2 م^3/الساعة. هذه الخزانات الجوفية توجد أعلى طبقات مارل عضو شحات التابعة لعصر الأوليجوسين في مناطق البيضاء وشحات والأبيار. وكذلك تعلو طبقات المارل التابعة للميوسين في المنطقة من المرج إلى درنة.

ب- الخزان الجوفي الأوليجوسين - الميوسين

يتكون هذا الخزان من طبقات الحجر الجيري والدولوميت والكالكارنيت. وهو خزان جوفي حر (غير محصور)، ويتم استغلاله على نطاق واسع في مناطق سهل بنغازي ومنطقة المرج. يتراوح عمق الآبار المحفورة لاختراق هذا الخزان الجوفي ما بين 80 - 250 متر. وتعطي هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 65 إلى 130 م^3/الساعة، يعتمد ذلك على وجود التشققات والتجاويف بطبقات الخزان.

يتراوح معامل الإمرارية لهذا الخزان ما بين 10^{-2} م^2/الثانية و 10^{-4} م^2/الثانية، ويرتفع إلى أكثر من 10^{-1} م^2/الثانية في المناطق الكارستية.

ملوحة مياه الخزان تتراوح ما بين أقل من 1 إلى1.7 جرام/لتر، التوسع في ضخ المياه الجوفية من هذا الخزان بمنطقة سهل بنغازي أدى إلى تداخل

مياه البحر وسبب في إرتفاع ملوحة مياه هذا الخزان لتتجاوز في بعض المناطق 3 جرام/لتر وتصل إلى أكثر من 5 جرام/لتر.

في المنطقة الساحلية من طبرق يتراوح أعماق الآبار المخترقة لهذا الخزان ما بين 30 – 225 متر، وتعطي هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 3 إلى 25 متر مكعب/الساعة، بهبوط مقابل لهذه الإنتاجية يتراوح ما بين 2 إلى 17 متر، ويتراوح تركيز الأملاح الذائبة ما بين 1.5 – 8.5 جرام/لتر.

يعاني الخزان من تدهور نوعية المياه نتيجة تداخل مياه البحر بسبب الاستغلال المفرط لمياه هذا الخزان.

أما في المنطقة الواقعة جنوب الساحل بحوالي 90 كيلومتر (منطقة الشعبة)، يتراوح عمق الآبار ما بين 200 – 250 متر، وتعطي إنتاجية قد تصل إلى أكثر من 82 متر مكعب/الساعة. ملوحة مياه هذا الخزان تتراوح ما بين 3 – 5 جرام/لتر.

تصنف مياه هذا الخزان على أساس الأيونات السائدة بأنها كلوريدات الصوديوم (Na Ca Mg, Cl) و($Na\ Ca\ Mg, Cl\ HCO_3$)، وكذلك كبريتات الصوديوم (Na Ca, SO4 Cl)، شكل (4–31).

ج– الخزان الجوفي الإيوسين

يتكون هذا الخزان من الحجر الجيري الطباشيري والحجر الجيري المارلي، وهو خزان جوفي حر (غير محصور) في مناطق الجبل الأخضر، ويتحول إلى خزان جوفي شبه محصور في باقي مناطق الحوض. يتميز هذا الخزان بخواص هيدروليكية منخفضة جداً، حيث يتراوح معامل الإمرارية ما بين 10^{-3} م^2/الثانية و 10^{-5} م^2/الثانية، وترتفع إلى أكثر من 10^{-1} م^2/الثانية في المناطق المتميزة بتواجد التشققات أو الظاهرة الكارستية. يتراوح عمق

الآبار المحفورة لاختراق هذا الخزان ما بين 250 إلى 500 متر، يتراوح عمق منسوب المياه ما بين 130 و 200 متر تحت سطح الأرض. هذه الآبار تعطي إنتاجية تتراوح ما بيت 15 إلى 70 م^3/الساعة.

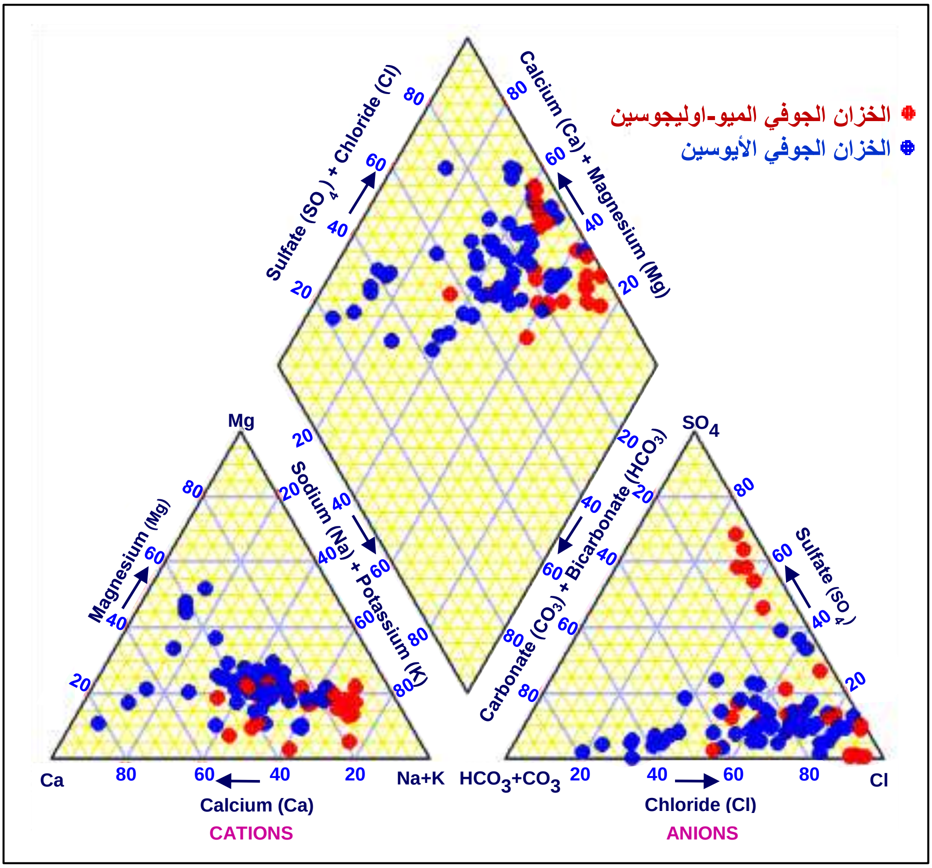
نوعية المياه بمناطق الجبل الأخضر جيدة إلى مقبولة، حيث يتراوح مجموع الأملاح الذائبة ما بين أقل من 1 جرام/لتر إلى 1.5 جرام/لتر، وترتفع ملوحة هذه المياه بسرعة إلى الجنوب من الجبل الأخضر لتصل إلى أكثر من 5 جرام/لتر.

بعض الآبار المحفورة في طبرق لاختراق الخزان الجوفي الإيوسين على عمق 300 – 350 متر أعطت مياه ذات ملوحة تتراوح ما بين 2 – 3 جرام/لتر.

تصنف هذه المياه على أساس الأيونات السائدة بأنها كلوريدات الصوديوم (Na Ca Mg, Cl HCO_3) و (Na Ca, Cl HCO_3) و (Na Ca, Cl) و بيكربونات الكالسيوم (Ca Na Mg, HCO_3 Cl)، حيث يدل وجود البيكربونات في مياه بعض الآبار على وجود تغذية من مياه الأمطار ومياه الجريان السطحي، خاصة تلك الآبار التي تخترق هذا الخزان في المناطق المتميزة بالظاهرة الكارستية، كما يعتقد بأن تواجد أيون الكبريتات في مياه بعض الآبار (Na Ca Mg, Cl HCO_3 SO_4) مصدره وجود الجبس ضمن طبقات الخزان الجوفي (شكل 4–31).

4–1–2–5– حوض السرير – سرت

يقع حوض السرير – سرت في شمال وجنوب وسط شرق ليبيا, ويغطي مساحة تقدر بحوالي 531600 كيلو متر مربع، ويتميز بوجود منخفضات السبخات في الشمال. يرتفع الحوض تدريجياً في إتجاه الجنوب حتى يصل إلى ارتفاع حوالي 500 متر فوق سطح البحر.



شكل (4-31) تصنيف مياه الخزانات الجوفية

في حوض سهل بنغازي- الجبل الأخضر

يغطي معظم المنطقة رواسب العصر الرابع، وهي عبارة عن غطاء حصوي وكثبان رملية، بالإضافة إلى رواسب العصر الثالث التي تغطي شمال غرب الحوض.

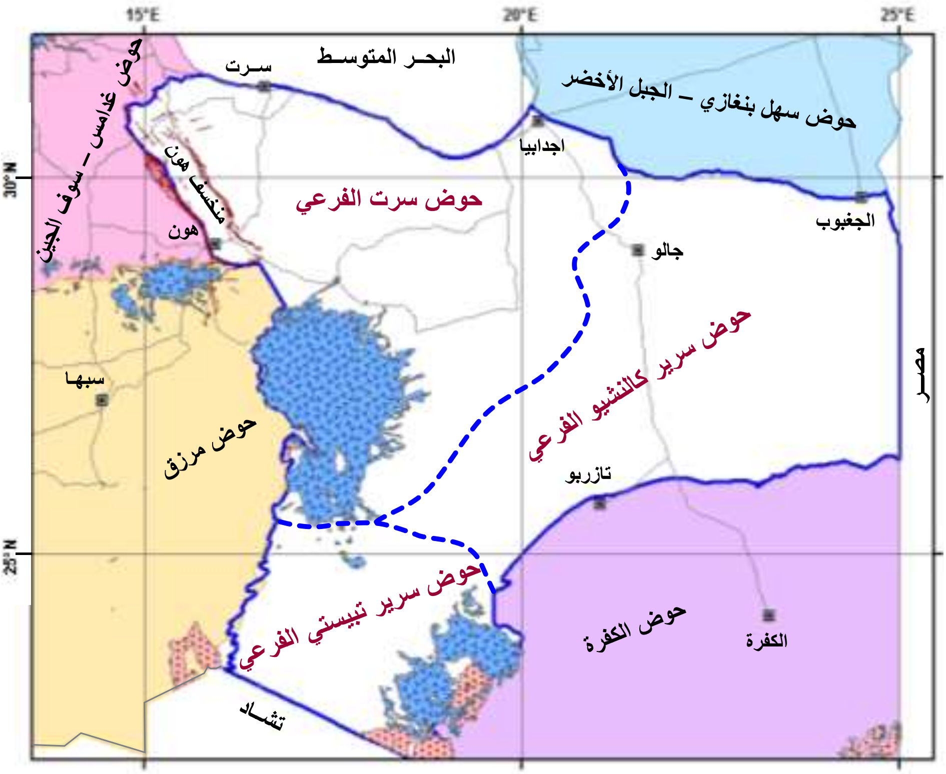
يتركز معظم السكان في الواحات المنتشرة بالحوض، أهمها: واحة جالو، أوجلة، الجغبوب، مراده، زلة. وكذلك في المدن المنتشرة على الشريط الساحلي، كما يحتضن الحوض بعض المشاريع الزراعية، أهمها مشروعي السرير الزراعي الإنتاجي الشمالي والجنوبي، بالإضافة إلى حقل آبار مشروع

النهر الصناعي بالسرير لنقل حوالي 1 مليون متر مكعب من المياه يومياً إلى مناطق الشمال.

يمكن تقسيم حوض السرير– سرت إلى ثلاثة أحواض فرعية هي (شكل 4–32):

- حوض سرت الفرعي.
- حوض سرير كالنشيو الفرعي.
- حوض سرير تبيستي الفرعي.

كل حوض من هذه الأحواض الفرعية له خصائصه الهيدروجيولوجية، وإمكانياته المائية. فيما يلي بيانات الخزانات الجوفية بالأحواض المائية الفرعية التابعة لحوض السرير – سرت، بناءً على ما هو متاح من دراسات هيدروجيولوجية استكشافية وتفصيلية محلية وإقليمية.



شكل (4–32) حوض السرير – سرت

أ- حوض سرت الفرعي

هذا الحوض هو عبارة عن منخفض مملوء بالرواسب، وتكون في وقت متأخر من العصر المتوسط (الميسوزوي) والعصر الثالث. وتشكل نتيجة هبوط واسع النطاق مصحوب بفوالق في اتجاه الشمال الغربي – الجنوب الشرقي (شكل 4-33).
يوجد في هذا الحوض الفرعي نظامان رئيسيان لخزانات المياه الجوفية يفصل بينهما طبقات من المارل والطين التابعة للبالوسين السفلي والطباشيري العلوي. يمكن تلخيص بيانات هذان النظامان على النحو التالي:

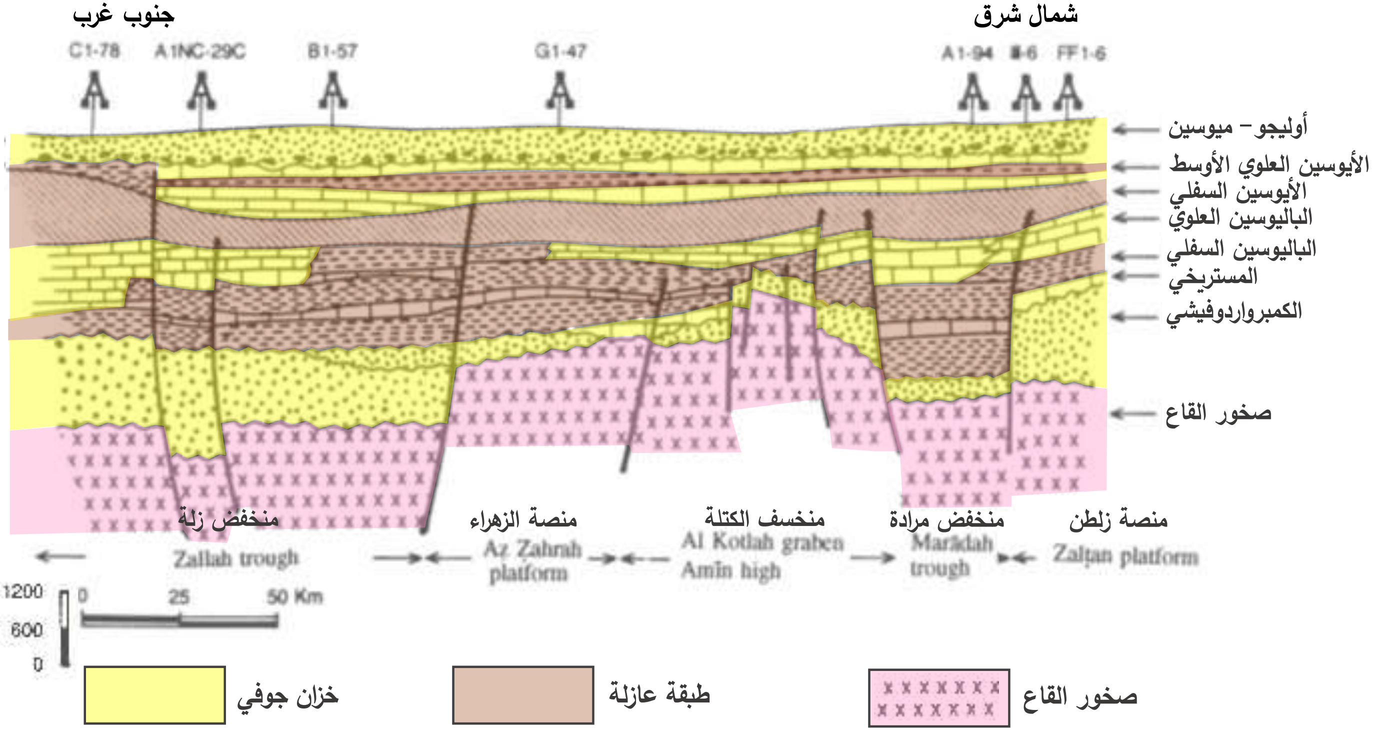
- **نظام خزانات المياه الجوفية العلوية**

يتكون نظام الخزانات الجوفية العلوية بشكل أساسي من الصخور الكربونية التابعة للجزء العلوي من الباليوسين والإيوسين والأوليجوسين والميوسين المغطاة بواسطة طبقات المياه الجوفية الرملية التابعة للعصر الرباعي.

- **الخزان الجوفي الرباعي (خزانات الكثبان الرملية)**

توجد مياه مخزونة في الكثبان الرملية التابعة لرواسب العصر الرابع الممتدة على طول الشريط الساحلي بمنطقة شمال غرب الحوض على شكل عدسات مائية محدودة الإنتشار، وبسمك لا يتجاوز مترين حيث تتغذى مباشرة من مياه الأمطار، ونوعية مياه هذه العدسات تتراوح ما بين 1 إلى 4 جرام/لتر.

هذا الخزان يقع تحت تأثير الاستغلال المفرط، خاصة في المناطق الواقعة شرق مدينة سرت، ملوحة المياه ارتفعت من 3 جرام/لتر إلى حوالي 10 جرام/لتر نتيجة تداخل مياه البحر.



المصدر: Massa and Delort 1984

شكل (4-33) قطاع جيولوجي شمال شرق – جنوب غرب بحوض سرت الفرعي

- **الخزان الجوفي الأوليجو- ميوسين**

وهو الخزان الجوفي الرئيسي الذي يتم استغلاله في المنطقة. يتكون هذا الخزان في المنطقة الساحلية من سرت من تداخلات من المارل والحجر الجيري المارلي والطين الغريني مع بعض الطبقات من الحجر الرملي الجيري. يتواجد الجبس بصفة رئيسية في طبقات هذا الخزان بالمناطق الواقعة شرق وادي الحنيوة. ملوحة المياه تتراوح ما بين 3 إلى 10 جرام/لتر، وتصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها ($Na\ Mg,\ Cl\ SO_4$) شكل (4-34).

الآبار المحفورة بمنطقة مرادة تستغل الخزان الجوفي الميوسين بأعماق تتراوح ما بين 35 إلى 80 متر، يزيد عمقها في اتجاه الجنوب والجنوب الغربي حتى يصل إلى عمق حوالي 150 متر، هذه الآبار تعطي انتاجية تتراوح ما بين 90 إلى 144 م^3/الساعة، والعمق إلى منسوب المياه في هذه الآبار يتراوح ما بين 0.5 متر تحت سطح الأرض إلى 7 متر أعلى سطح الأرض (ارتوازي)، وقد يصل في بعض المناطق إلى حوالي 15 متر أعلى سطح الأرض .

معامل الإمرارية يتراوح ما بين 5.8×10^{-3} إلى 2.4×10^{-2} م^2/الثانية، ومعامل التخزين يتراوح ما بين 5×10^{-4} إلى 7×10^{-4}.

ملوحة مياه الخزان الجوفي الميوسين بمنطقة مرادة تتجاوز 3 جرام/لتر، وقد تصل إلى أكثر من 5 جرام/لتر، تزداد هذه الملوحة بزيادة العمق أو الإقتراب من السبخات، ويغلب على ملوحة هذه المياه عنصري الكلوريدات والكبريتات (شكل 4-34).

في واحة زلة، يعد الحجر الرملي التابع لعصر الأوليجوسين الخزان الجوفي الوحيد الذي يحتوي على مياه مناسبة للاستغلال (مياه تتراوح ملوحتها ما بين 1600 و 3000 مللجرام/لتر). شكل (4-34) يبين بأن مياه الخزان

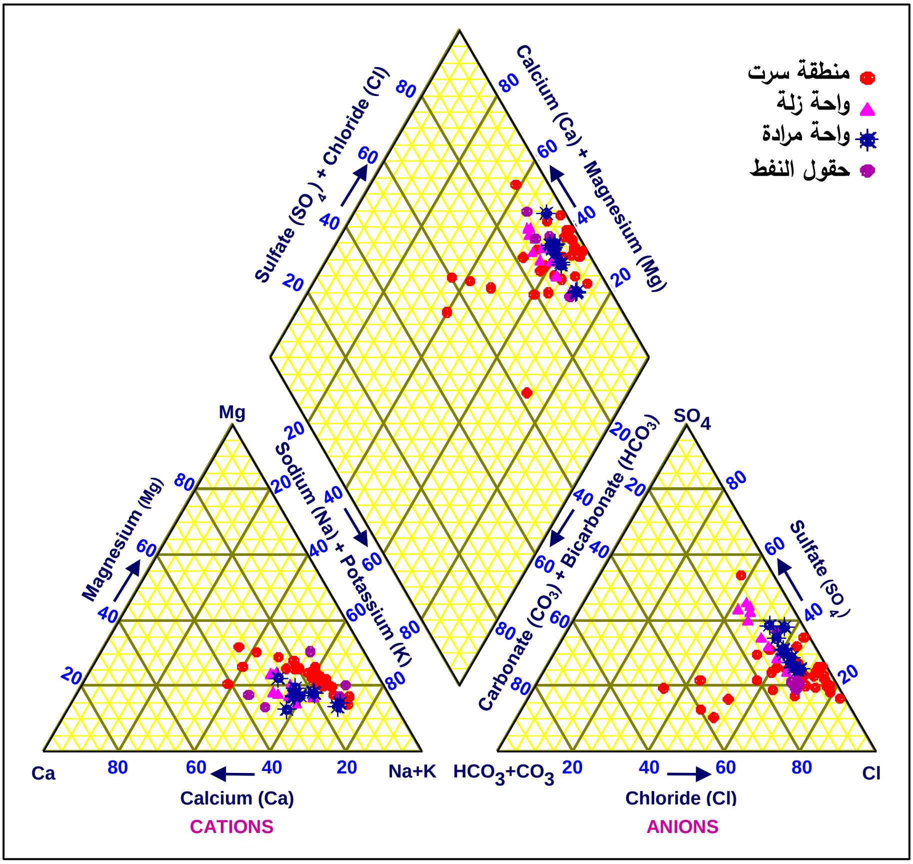
الجوفي في زلة يغلب عليها الكبريتات والكلوريدات والصوديوم، وتصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها ($Na\ Ca,\ Cl\ SO_4$).

تتواجد صخور الإيوسين أسفل رواسب الأوليجوسين وهي معظمها من المتبخرات التي تحتوي على الملح، ومياهها مالحة تصل في المناطق الشرقية والشمالية الشرقية إلى حوالي 9 جرام/لتر.

يتراوح عمق الآبار التي تم حفرها لاختراق طبقات الخزان الجوفي الأوليجوسين ما بين 60 إلى 250 متر، ويتراوح عمق مستوى الماء مابين 25 إلى 90 متر تحت سطح الأرض. هذه الآبار بصفة عامة تعطي إنتاجية ضعيفة تتراوح ما بين 10 و 50 $م^3$/الساعة مع هبوط في مستوى الماء مقابل هذه الإنتاجية يتراوح ما بين 10 إلى 75 متر.

- **الخزان الجوفي الإيوسين العلوي – الباليوسين**

يتواجد هذا الخزان في كامل المنطقة على أعماق تتراوح ما بين 300 إلى 400 متر في المناطق الغربية من الحوض، ويزيد العمق في المناطق الشرقية حتى يتجاوز 1000 متر. يتكون الخزان الجوفي من طبقات الحجر الجيري المارلي والطباشيري، والدولوميت مع وجود طبقات من الجبس. المياه عادة ما تكون ذات نوعية رديئة، ملوحتها تتراوح ما بين 4 – 5 جرام/لتر، وتزداد الملوحة لتصل إلى حوالي 15 جرام/لتر في المناطق الشرقية. المياه العذبة لهذا الخزان تتواجد على هيئة عدسات محدودة بمناطق وادي جارف ووادي تلال.



شكل (4-34) تصنيف مياه الخزانات الجوفية العلوية في حوض سرت الفرعي

- نظام خزانات المياه الجوفية السفلية

يتكون نظام خزانات المياه الجوفية السفلية من صخور العصر الطباشيري العلوي، والصخور الرملية للعصر الطباشيري السفلي وصخور العصر الباليوزوي.

- **الخزان الجوفي الطباشيري العلوي**

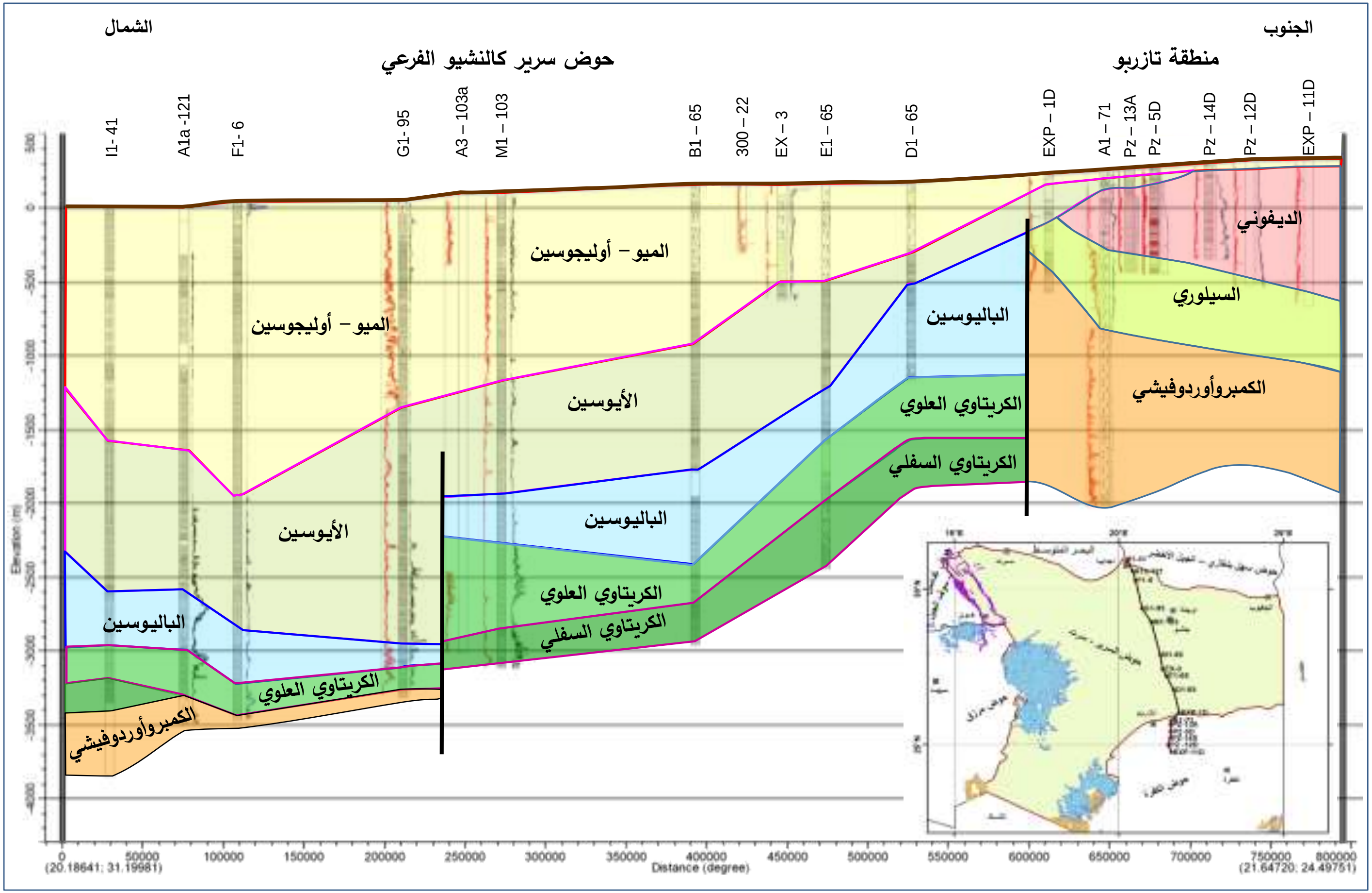
يوجد هذا الخزان في المناطق الواقعة غرب وادي تلال على أعماق كبيرة تصل إلى حوالي 1000 متر وإلى أكثر من 2000 متر في اتجاه الشرق. الآبار المحفورة لإختراق هذ الخزان الجوفي ذاتية التدفق (ارتوازية)، يتراوح مستوى المياه في هذه الآبار ما بين 50 إلى65 متر فوق سطح الأرض، وتعطي هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 10 إلى 15 م^3/الساعة. درجة حرارة المياه تتراوح ما بين 40 إلى 65 درجة مئوية، وهي ذات ملوحة عالية.

- **الخزان الجوفي الباليوزوي**

يتكون هذا الخزان من طبقات من الحجر الرملي، ويتواجد في جميع أنحاء الحوض. يقع هذا الخزان على أعماق تتراوح بين 1000 إلى أكثر من 2000 متر. المياه تقع تحت ضغط إرتوازي يتراوح ما بين 30 إلى 80 متر فوق سطح الأرض. الآبار التي تم حفرها لاختراق طبقات هذا الخزان أعطت إنتاجية تراوحت ما بين 30 إلى 300 م^3/الساعة، مع هبوط مقابل لهذه الإنتاجية يتراوح ما بين 20 إلى 70 متر، ملوحة المياه تتراوح ما بين 1.6 جرام/لتر إلى 3.6 جرام/لتر، وتزيد في اتجاه الشرق لتصل إلى أكثر من 4 جرام/لتر، درجة حرارة المياه تتراوح ما بين 60 إلى 85 درجة مئوية.

ب- حوض سرير كالينشيو الفرعي

التكوين الحامل للمياه العذبة في حوض سرير كالينشيو الفرعي يعود إلى ما بعد العصر الإيوسيني (صخور الأوليجوسين إلى الميوسين)، والذي يمكن تقسيمه إلى خزانين جوفيين رئيسيين هما الخزان الجوفي العلوي (ما بعد الميوسين الأوسط)، الخزان الجوقي السفلي (الميوسين الأوسط والسفلي إلى الأوليجوسين). شكل (4-35) يوضح التتابع الطبقي بحوض سرير كالنشيو الفرعي.



شكل (4–35) التتابع الطبقي بحوض سرير كالنشيو الفرعي

- **الخزان الجوفي العلوي (ما بعد الميوسين الأوسط)**

يعتبر الخزان الجوفي العلوي خزان جوفي حر (غير محصور)، يتراوح سمكه ما بين 100 إلى 210 متر، ويتكون من حجر رملي متوسط إلى خشن الحبيبات يتدرج إلى حجر رملي كلسي، متداخل مع طبقات رقيقة من الطين. العمق إلى منسوب المياه من خلال آبار المراقبة المحفورة بالمنطقة يتراوح ما بين 62 إلى 87 متر تحت سطح الأرض. هذا الخزان مفصول عن الخزان الجوفي السفلي بطبقة عازلة يتراوح سمكها ما بين 30 إلى 120 متر، وتتكون من الطين والغرين والطين الغريني والحجر الرملي البني الفاتح.

ملوحة مياه الخزان الجوفي العلوي (ما بعد الميوسين الأوسط) تتراوح ما بين 800 إلى 4200 ملليجرام/لتر. شكل (4–36) يوضح تصنيف مياه هذا الخزان في مناطق حقول الواحة في جالو خلال الفترة 1973–2022، كما يبين تصنيف مياه الحقن والمياه المصاحبة لإنتاج النفط بالمنطقة.

من خلال هذا الشكل يمكن تصنيف هذه المياه على أنها (Na, Cl)، (Na, SO_4) ، وبعض العينات ليس لها أيونات سائدة.

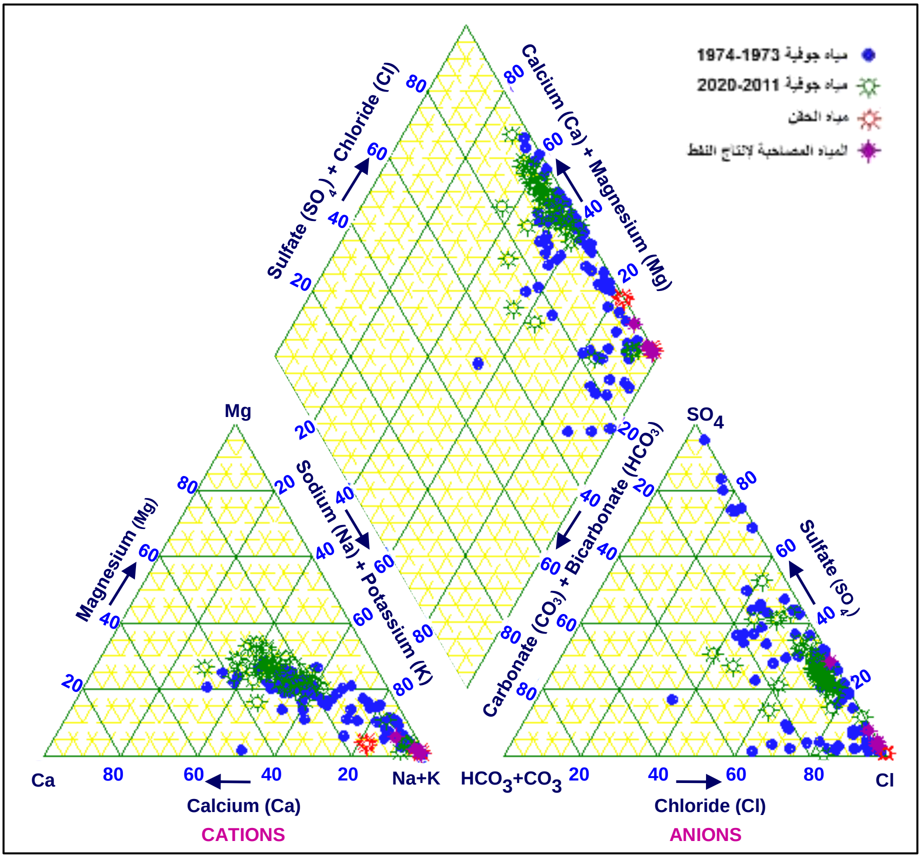
- **الخزان الجوفي الأوسط (الميوسين الأوسط والسفلي – الأوليجوسين)**

يعتبر هذا الخزان متعددة الطبقات، تكون خلال العصر الميوسيني السفلي والأوسط إلى الأوليجوسين، وهو خزان جوفي شبه محصور. يتراوح سمكه ما بين 100 إلى 330 متر، العمق إلى منسوب المياه يتراوح ما بين 60 إلى 90 متر. يتراوح عمق الآبار الإنتاجية التي تم حفرها لاختراق الخزان الجوقي الأوسط في مشاريع السرير الزراعية (الشمالي والجنوبي)، وفي مشروع النهر الصناعي من 300 إلى 470 متر. والعمق إلى منسوب المياه في هذه الآبار يتراوح ما بين 26 إلى 92 مترًا تحت سطح الأرض.

معامل الإمرارية لهذا الخزان يتراوح ما بين 3.6×10^{-3} إلى 4.6×10^{-2} م^2/الثانية، وقد يصل إلى أكثر من 6.9×10^{-2} م^2/الثانية. معامل التخزين يتراوح ما بين 8.1×10^{-5} إلى 4.6×10^{-3}. في المناطق الشمالية (مناطق جالو و أوجلة)، معامل الإمرارية يتراوح ما بين 7.4×10^{-3} إلى 2.7×10^{-2} م^2/الثانية، ومعامل التخزين يتراوح ما بين 3.0×10^{-4} إلى 3.0×10^{-3}.

نوعية المياه بمشروعي السرير الشمالي والجنوبي جيدة، حيث يتراوح مجموع الأملاح الذائبة في المشروعين ما بين 540 إلى 1800 ملليجرام/لتر، ملوحة هذه المياه تزيد في اتجاه الشمال (شمال خط العرض 29^{o} شمالاً) نتيجة وجود الجبس في طبقات الخزان الجوفي، وكذلك نتيجة تأثير السبخات الموجودة بهذه المناطق، لتتجاوز ملوحة المياه 10 جرام/لتر في مناطق جالو. جدول (4–16) يوضح التغيير في نوعية المياه بالمنطقة.

مياه مشروع السرير الزراعي الجنوبي تصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها (Ca Mg, Cl) و ($Ca\ Na\ Mg, Cl\ HCO_3$). في حين تصنف مياه مشروع السرير الزراعي الشمالي على أساس الأيونات السائدة بأنها ($Na\ Ca\ Mg, Cl\ HCO_3\ SO_4$) و ($Na\ Mg, Cl\ HCO_3\ SO_4$)، وفي مشروع النهر الصناعي فتصنف المياه على أنها ($Na, Cl\ SO_4\ HCO_3$)، وقليل من عينات المياه في بعض الآبار صنفت على أنها ($Na\ Ca\ Mg, Cl\ SO_4$)، أما في جالو فتصنف المياه على أنها (Na, Cl) و ($Na, Cl\ SO_4$) و ($Na\ Ca\ Mg, Cl\ SO_4$). شكل (4–37) يوضح تصنيف مياه الخزان الجوفي الأوسط بحوض سرير كالينشيو الفرعي.



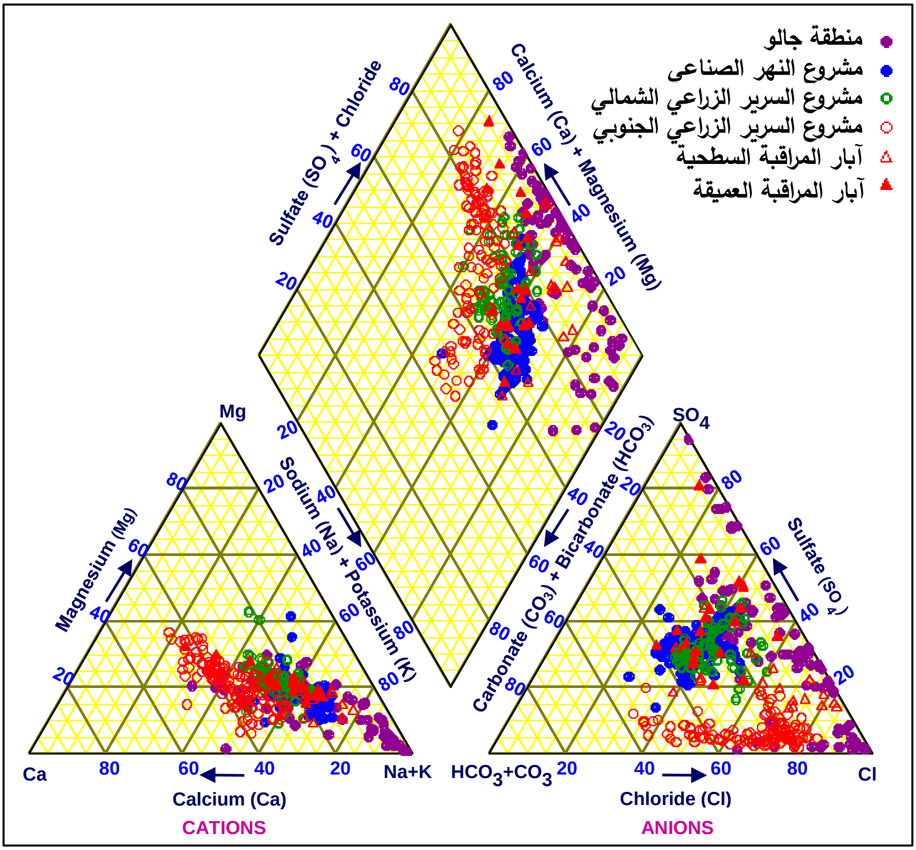
شكل (4−36) تصنيف مياه الخزان الجوفي العلوي

في مناطق حقول الواحة في جالو

خلال العقود الماضية تم حفر عدد من الآبار الاستكشافية بمناطق متفرقة من حوض سرير كالينشيو الفرعي، وأثناء استكمال هذه الآبار تم تحليل عينات المياه للتعرف على نوعية مياه الخزانات الجوفية المخترقة. نتائج تحليل هذه العينات مبينة في جدول (4−17)، هذه البيانات تم تمثيلها كما هو مبين في شكل (4−38)، والذي من خلاله يمكن مقارنة نوعية المياه بالخزانات الجوفية المختلفة من حيث الأيونات السائدة، وتصنيفها على أساس هذه الأيونات.

جدول (4–16) نوعية المياه بحوض سرير كالينشيو الفرعي

العناصر الكيميائية (ملليجرام/لتر)	مشروع السرير الجنوبي	مشروع النهر الصناعي	مشروع السرير الشمالي	مناطق جالو
الصوديوم	164 – 39	288 – 139	359 – 106	2510 – 230
الكلوريدات	518 – 85	370 – 119	525 – 149	4740 – 188
الكبريتات	125 – 14	483 – 121	635 – 153	3715 – 11
الكالسيوم	160 – 37	139 – 30	170 – 44	770 – 5
البيكربونات	299 – 122	340 – 231	297 – 212	373 – 7
الماغنيسيوم	79 – 7	82 – 16	98 – 19	393 – 1
مجموع الأملاح	1216 – 541	1560 – 630	1812 – 662	10900 1090
العسر الكلي	688 – 161	580 – 160	830 – 242	1800 – 112



شكل (4–37) تصنيف مياه الخزان الجوفي الأوسط

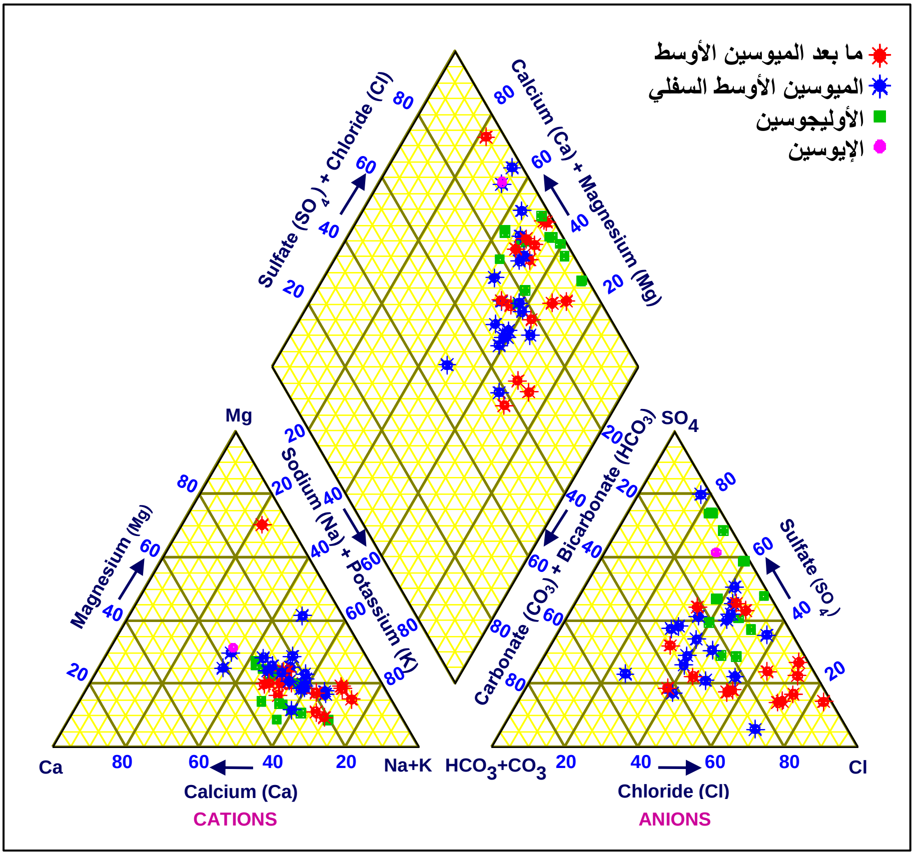
في حوض سرير كالينشيو الفرعي

جدول (4–17) نتائج تحليل عينات المياه بالآبار الاستكشافية المحفورة في حوض سرير كالينشيو الفرعي

رقم البئر	العمق (متر)	الخزان الجوفي	الأملاح الذائبة (ملج/لتر)	العسر الكلي (ملج/لتر)	الأيونات الموجبة (ملج/لتر)				الأيونات السالبة (ملج/لتر)			
					Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl	NO_3
EX–1	121	ما بعد الميوسين الأوسط	1570	516	134	44	264	12	171	254	496	5
EX–1	223	الميوسين السفلي الأوسط	1350	502	94	65	246	11	379	379	319	1
EX–1	354	الاوليجوسين	2025	876	186	100	280	16	268	682	408	1
EX–1	418	الاوليجوسين	2100	874	192	96	284	18	281	686	408	8
EX–2	154	ما بعد الميوسين الأوسط	1265	460	106	47	220	13	338	173	407	5
EX–2	370.6	الاوليجوسين	1334	550	122	61	195	24	256	384	284	1
EX–2	495.6	الإيوسين	3920	1855	392	213	400	50	268	1650	604	--
EX–3	160.1	ما بعد الميوسين الأوسط	1002	355	78	39	195	12	244	139	320	7
EX–3	318.7	الميوسين السفلي الأوسط	770	210	42	25	180	10	312	101	177	0.8
EX–3	486.5	الاوليجوسين	1850	605	192	30	350	26	338	408	550	0.8
EX–3	617.6	الاوليجوسين	2550	960	200	112	415	39	244	685	708	--
Pr–1	614.9	الاوليجوسين	1600	--	151	71	268	30	194	514	438	--
Pr–1	353.5	الميوسين السفلي الأوسط	970	--	60	33	174	21	210	213.	132	--
Pr–1	706	الاوليجوسين	1324	--	80	44	208	41	234	235	287	--
O–9	306.9	الميوسين السفلي الأوسط	662	262	57	28	152	26	266	158	177	
S–9	288.7	الميوسين السفلي الأوسط	1812	830	170	98	322	28	201	635	444	635
G–17	302.9	الميوسين السفلي الأوسط	1146	455	100	50	158	42	256	46	411	--

يتبع جدول (4–17)

رقم البئر	العمق (متر)	الخزان الجوفي	الأملاح الذائبة (ملج/لتر)	العسر الكلي (ملج/لتر)	الأيونات الموجبة (ملج/لتر)				الأيونات السالبة (ملج/لتر)			
					Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl	NO_3
126	448	الميوسين السفلي الأوسط	620	160	35	81	170	8	340	120	95	2.1
136	450	الميوسين السفلي الأوسط	1422	582	94	82	267	13	190	467	363	4
Pz-11D	308	الميوسين السفلي الأوسط	--	1250	248	151	414	42	187	744	887	55
Pz-16D	292.9	الميوسين السفلي الأوسط	752	--	51	33	158	20	264	187	186	187
Pz-11Sh	65.9	ما بعد الميوسين الأوسط	5204	1600	320	192	772	32	126	697	2989	110
Pz-16Sh	65.2	ما بعد الميوسين الأوسط	1006	--	37	38	242	25	330	239	179	17
103-D	670	الاوليجوسين	6004	--	472	117	1230	61	137	3215	756	16
103D	137	ما بعد الميوسين الأوسط	--	--	141	64	295	26	135	512	417	34
A9-103	721	الاوليجوسين	5224	--	489	132	950	71	173	2779	621	9
E-59	105.5	ما بعد الميوسين الأوسط	1950	--	161	95	365	26	53	426	824	--
E-59	557	الاوليجوسين	5237	--	570	141	875	66	118	2643	824	--
103C	160	ما بعد الميوسين الأوسط	1968	--	192	77	330	38	191	665	475	--
103C	228	الميوسين السفلي الأوسط	4303	--	568	211	500	70	110	2454	390	--
Gialo	593	الاوليجوسين	--	--	644	159	1460	95	116	2754	2140	--
103-A30	861	الاوليجوسين	--	--	520	134	2020	85	138	3460	1710	--
103-A35	810	الاوليجوسين	--	--	510	140	1040	70	138	2800	640	--
103-A23	810	الاوليجوسين	--	--	530	130	2050	63	104	3300	1640	--



شكل (4-38) تصنيف مياه الخزانات الجوفية في حوض سرير كالينشيو الفرعي

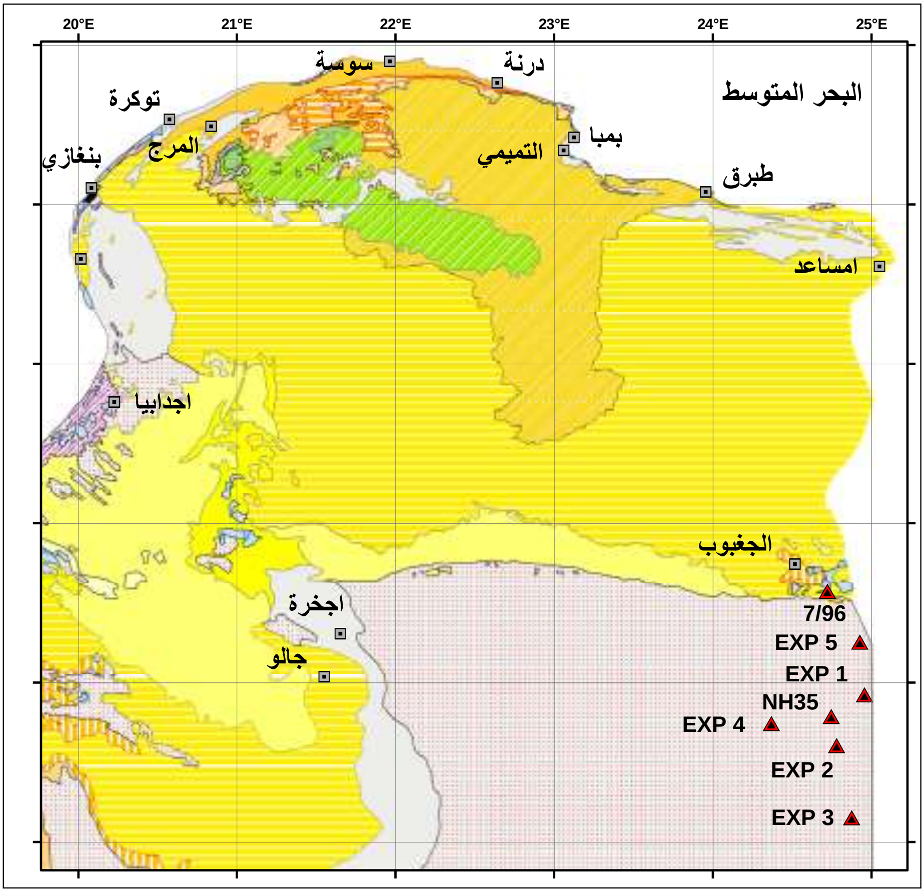
- منخفض ومرتفع الجغبوب

في منطقة الجغبوب الواقعة في الركن الشمالي الشرقي لحوض سرير كالنشيو الفرعي (جنوب واحة الجغبوب)، هذه المنطقة تتميز بحركات جيولوجية تكتونية وفوالق أدت إلى وجود مرتفعات ومنخفضات في الطبقات الصخرية بالمنطقة مثل مرتفع سيوة في الجنوب، ومنخفض ومرتفع الجغبوب في الشمال.

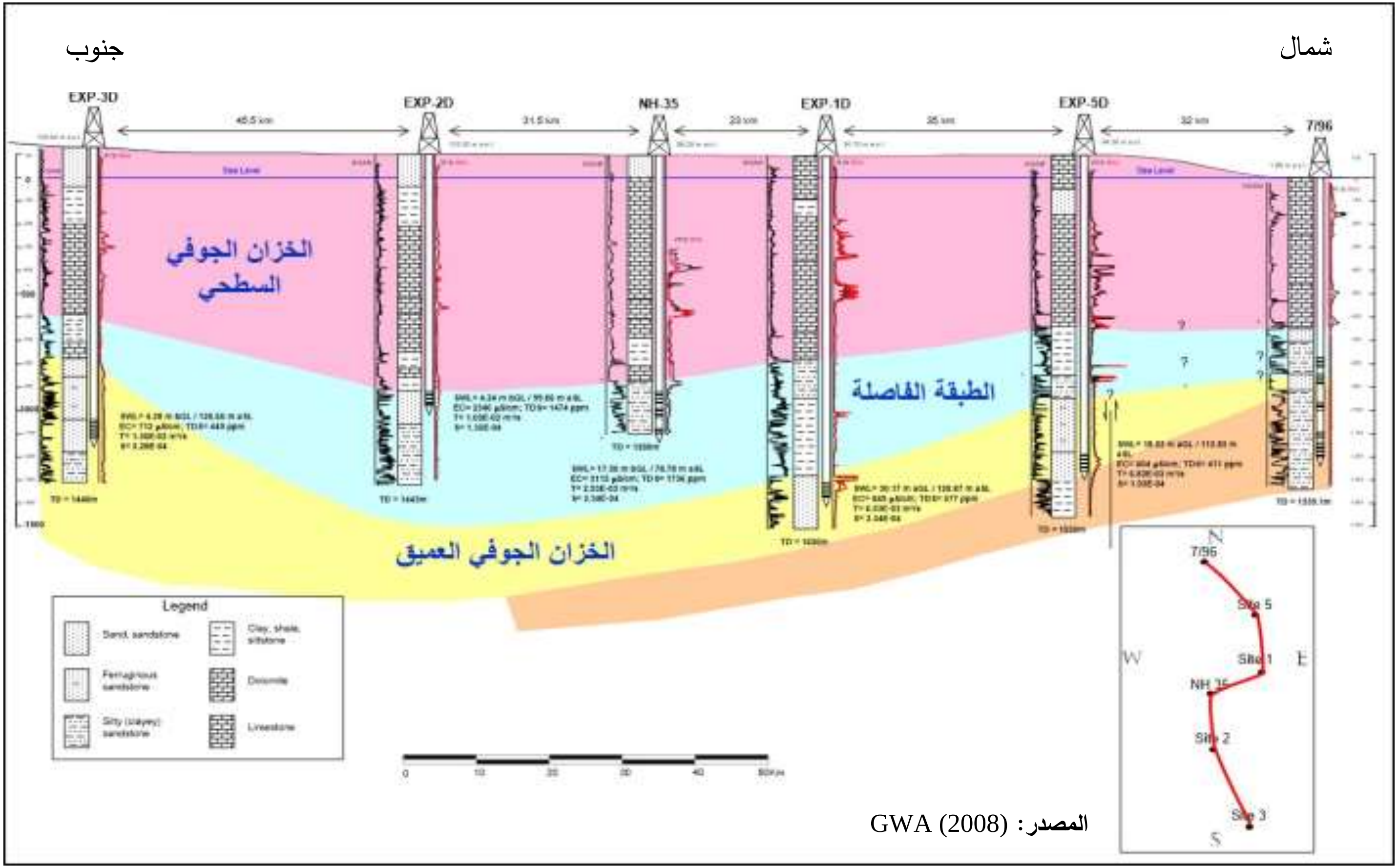
للبحث والتنقيب عن موارد المياه الجوفية، تم حفر خمسة آبار استكشافية اختبارية عميقة جنوب واحة الجغبوب بأعماق تتراوح ما بين 1440 - 1600 متر. شكل (4-39) يوضح مواقع هذه الآبار الاستكشافية. تم حفر هذه الآبار لاختراق

الخزانات الجوفية العميقة التابعة للعصر الباليوزوي، يتراوح عمرها الجيولوجي من الكربوني المبكر إلى الديفوني، والتي تقع على أعماق تتراوح ما بين 930 حتي 1400 متر.

يتكون نظام خزانات المياه الجوفية في منطقة الجغبوب من ثلاثة خزانات رئيسية (شكل 4-40)، وهي الخزان الجوفي السطحي، الخزان الجوفي الأوسط، والخزان الجوفي العميق، يمكن تلخيص بياناتها على النحو التالي:



شكل (4-39) مواقع الآبار الاستكشافية بمنطقة الجغبوب



شكل (4−40) قطاع هيدروجيولوجي شمال – جنوب بمنطقة الجغبوب

– الخزان الجوفي السطحي الضحل

يتراوح عمق آبار المياه المحفورة لاستغلال طبقات المياه الجوفية التابعة للميوسين الأوسط – الباليوسين ما بين 38 إلى 165 متر. العمق إلى منسوب المياه في هذه الآبار يتراوح ما بين 5 إلى 106 متر تحت سطح الأرض. هذه الآبار تتميز بملوحة مياهها التي تتراوح ما بين 4 إلى أكثر من 7 جرام/لتر، وتصنف على أنها كبريتات الصوديوم (Na Mg Ca, SO_4).

جدول (4–18) يبين نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه المجمعة من الآبار المحفورة بمشتل النخيل بواحة الجغبوب (El Ramly 1983).

– الخزان الجوفي السطحي السفلي

تم إختبار هذا الخزان الجوفي في المواقع الاستكشافية 1 و 2 و 3 و 4 على أعماق تتراوح ما بين 376 إلى 499 متر (جدول 4–19)، يتكون الخزان الجوفي من رمل يوجد أعلى الحجر الجيري الرملي والحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي والدولوميت متداخل مع طبقات المارل والطين. الجزء العلوي من هذا الخزان يعود إلى العصر الثالث، أما الجزء السفلي فيعود إلى العصر الطباشيري العلوي. يتراوح سمك هذا الخزان ما بين 500 إلى 1300 متر. يحتوي هذا الخزان الجوفي على مياه مالحة، حيث يتراوح مجموع الأملاح الذائبة فيها بين 2 إلى أكثر من 5 جرام/ لتر. مياه هذا الخزان تصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها (Mg Ca, Cl SO_4).

جدول (4–18) نتائج التحليل الكيميائي لمياه الخزان الجوفي السطحي الضحل في الجغبوب

رقم البئر	مجموع الأملاح (ملج/لتر)	العسر الكلي (ملج/لتر)	الأس الهيدوجيني	الأيونات الموجبة (ملج/لتر)			الأيونات السالبة (ملج/لتر)		
				Ca	Mg	Na + K	HCO_3	SO_4	Cl
W1	5584	264	6.85	17.16	29.40	38.75	4.7	43.11	37.50
W2	7856	216	7.40	21.32	31.55	75.00	3.6	55.52	68.75
W3	5033	272	7.55	19.76	23.55	37.50	4.4	41.27	35.00
W4	6573	233	7.50	22.36	31.96	52.50	3.6	51.97	51.25

جدول (4–19) نتائج اختبار الخزان الجوفي السطحي السفلي في الجغبوب

رقم البئر	العمق (متر)	عمق المصافي (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)	الإنتاجية (لتر/الثانية)	الهبوط (متر)	الإنتاجية النوعية (لتر/ثانية/متر)
S1	376	364 – 320	94.31	40.18	7.56	5.315
S2	499	487 – 430	105.57	29.47	62.39	0.472
S3	440	430 – 370	131.55	6.29	42.79	0.147
S4	455	444 – 388	68.1	6.58	108.39	0.061

- **الخزان الجوفي الأوسط**

تتكون طبقات هذا الخزان الجوفي من الحجر الرملي الموجودة ضمن الطبقة التي عادة ما تكون فاصلة بين الخزانات العلوية والسفلية، وتتكون بصفة عامة من المارل والطين والحجر الرملي الطيني والصلصال والغرين التابعة للعصر الطباشيري المبكر والعصر الكربوني. سمك هذه الطبقات يتراوح ما بين 100 إلى 400 متر. طبقات الحجر الرملي تم أختراقها وأختبارها في الموقعين 2 و 4 وكذلك في البئر NH-35/13/1.

تم حفر البئر الاستكشافية NH-35/13/1 حتى عمق 1200 متر على بعد 120 كيلومتر جنوب قرية الجغبوب. كان الهدف الرئيسي لحفر هذه البئر هو استكشاف إمكانات طبقات المياه الجوفية العميقة التابعة للعصر الباليوزوي التي تم اختراقها في العمق ما بين 1015 إلى 1200 متر. حيث لا يزيد السمك المشبع الذي تم اختراقه في هذه البئر عن 80 متر. وتتكون بشكل أساسي من الحجر الرملي، بسمك 15 إلى 35 متر متداخلة مع طبقات سميكة من الطين الأحمر إلى الرمادي والصلصال والغرين والحجر الرملي الطيني. في الموقعين 2 و 4، تم اختبار طبقة الحجر الرملي التابعة للعصر الطباشيري المبكر والعصر الكربوني في العمق من 1011 إلى 1362 متر. نتائج اختبار الضخ التي أجريت في هذه الآبار مبينة في جدول (4-20).

نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه المجمعة من الآبار الاختبارية التي تخترق طبقات الحجر الرملي (الخزان الجوفي الأوسط) مبينة في جدول (4-21). مياه هذا الخزان تصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها كلوريدات الصوديوم ($Na\ Cl$).

- **الخزان الجوفي العميق**

نتائج اختبارات الضخ التي أجريت في الآبار العميقة 1 و3 و5 خلال الفترة 2003–2004 بينت أن مياه هذه الآبار ذات نوعية جيدة، حيث لا تتجاوز ملوحتها 600 ملليجرام/لتر. إنتاجية هذه الآبار خلال الاختبارات تراوحت ما بين 35 و 41 لتر/الثانية (ما بين 126 إلى 148 $م^3$/الساعة)، جدول (4–22) يوضح نتائج الاختبارات. كلما اتجهنا شمال الموقع (5) يتناقص سمك الخزان الجوفي السفلى، ويسود الطين والرمال، وتزداد ملوحة المياه، وتنخفض إنتاجية الآبار، ويصبح هذا الخزان الجوفي أقل أهمية للاستعمال.

نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه المجمعة من الآبار الاختبارية التي تخترق طبقات الخزان الجوفي العميق مبينة في جدول (4–23). مياه هذا الخزان تصنف على أساس الأيونات السائدة بأنها كلوريدات الصوديوم مع وجود الماغنيسيوم والبيكربونات (Na Mg, Cl HCO_3).

التحاليل الكيميائية لعينات المياه المجمعة من الخزانات الجوفية بالجغبوب تم تمثيلها بإستخدام مثلث بايبر (شكل 4–41). هذا الشكل يوضح بأن أغلب المياه تصنف من حيث الأيونات السائدة بأنها كلوريد الصوديوم، ما عدا مياه الخزان الجوفي السطحي السفلي والتي تصنف على أنها كلوريد الماغنيسيوم.

كما أوضحت نتائج هذه التحاليل بوجود عناصر الحديد والمنجنيز والبورون، بالإضافة إلى الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون (جدول 4–24)، وهذا يحتاج إلى معالجة هذه المياه قبل الإستخدام.

جدول (4–20) نتائج اختبار الخزان الجوفي الأوسط في الجغبوب

رقم البئر	العمق (متر)	عمق المصافي (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)	الإنتاجية (لتر/الثانية)	الهبوط (متر)	الإنتاجية النوعية (لتر/ثانية/متر)
35/13/1	1200	---	17.50	25	39.10	0.639
D2	1443	1074 – 1011	4.24 +	40.18	42.54	0.945
D4	1374	1361– 1293	24.36 +	11.63	69.94	0.166

جدول (4–21) نتائج التحليل الكيميائي لمياه الخزان الجوفي الأوسط في الجغبوب

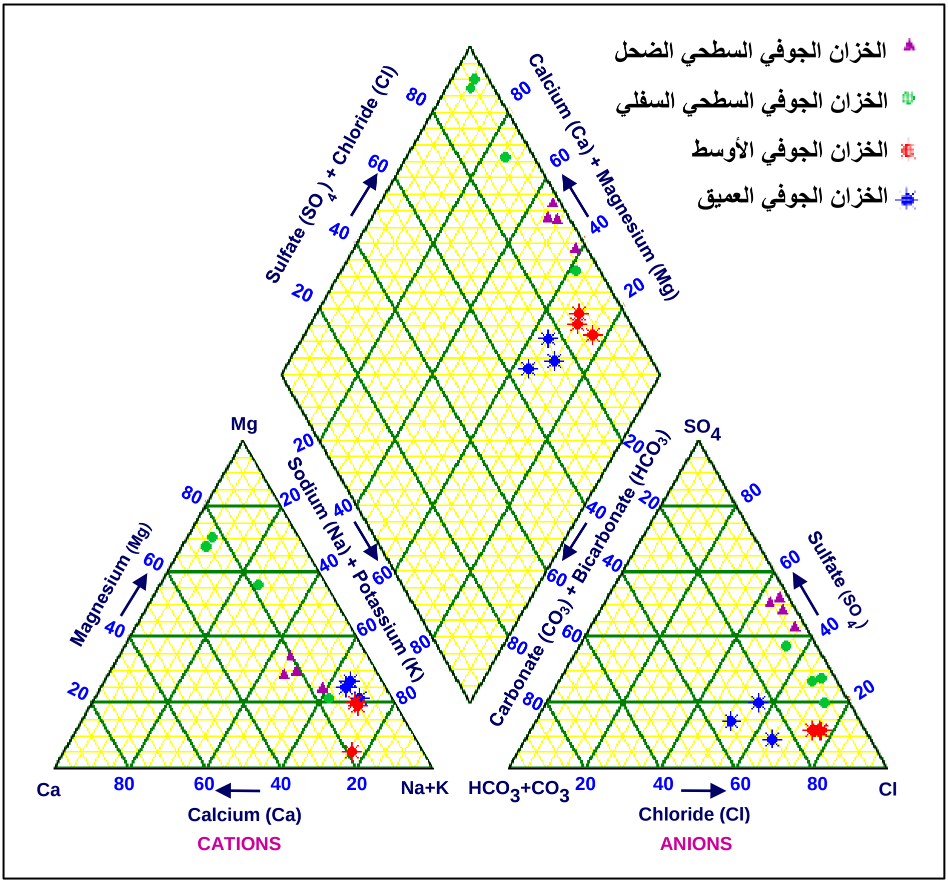
رقم البئر	مجموع الأملاح (ملج/لتر)	العسر الكلي (ملج/لتر)	الأس الهيدوجيني	الأيونات الموجبة (ملليجرام/لتر)				الأيونات السالبة (ملليجرام/لتر)			
				Ca	**Mg**	**Na**	**K**	**HCO_3**	**CO_3**	**SO_4**	**Cl**
35/13/1	1752	329	7.3	105	16	477	27	198	--	158	771
D2	1159	278	6.87	38.48	44.23	290	27	168.07	0.14	107	510
D3	1309	278	7.46	38.48	44.23	290	2	138	0.53	107	510

جدول (4−22) نتائج اختبار الخزان الجوفي العميق في الجغبوب

رقم البئر	العمق (متر)	عمق المصافي (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)	الإنتاجية (لتر/الثانية)	الهبوط (متر)	الإنتاجية النوعية (لتر/ثانية/متر)
D1	1600	1485− 1410	30.17 +	41.01	50.07	0.819
D3	1440	1251 − 1170	4.28 −	35.40	36.79	0.962
D5	1372	1359 − 1279	18.53 +	41.01	57.76	0.710

جدول (4−23) نتائج التحليل الكيميائي لمياه الخزان الجوفي العميق في الجغبوب

رقم البئر	مجموع الأملاح (ملج/لتر)	العسر الكلي (ملج/لتر)	الأس الهيدوجيني	الأيونات الموجبة (ملليجرام/لتر)				الأيونات السالبة (ملليجرام/لتر)			
				Ca	**Mg**	**Na**	**K**	**HCO_3**	**CO_3**	**SO_4**	**Cl**
D1	609	130	7.01	14.43	22.84	135	8	144.86	0.16	40	210.7
D3	462	120	6.76	11.62	22.11	90	20	112.11	0.06	73	150
D5	421	107	6.41	12.83	18.23	85	7	124.38	0.03	42	110



شكل (4-41) تصنيف مياه الخزانات الجوفية فى الجغبوب

جدول (4-24) الغازات الذائبة والعناصر النادرة بمياه الخزانات الجوفية في الجغبوب

الخزان الجوفي	ثاني أكسيد الكربون (ملليجرام/لتر)	الأوكسجين (ملليجرام/لتر)	الحديد (ملليجرام/لتر)	المنجنيز (ملليجرام/لتر)	البورون (ملليجرام/لتر)	درجة الحرارة
السطحي السفلي	56.8 – 6	2.2 – 0.02	2.99 – 0.04	0.87 – 0.13	2.8 – 0.1	37-35
الأوسط	48.6 – 40.8	1.5 – 1.3	4.03 – 3.44	0.49 – 0.43	0.4 – 0.3	55-48
العميق	8.2 – 29.4	1.7 – 0.7	3.14 – 1.42	0.26 – 0.14	0.4 – 0.3	56-52

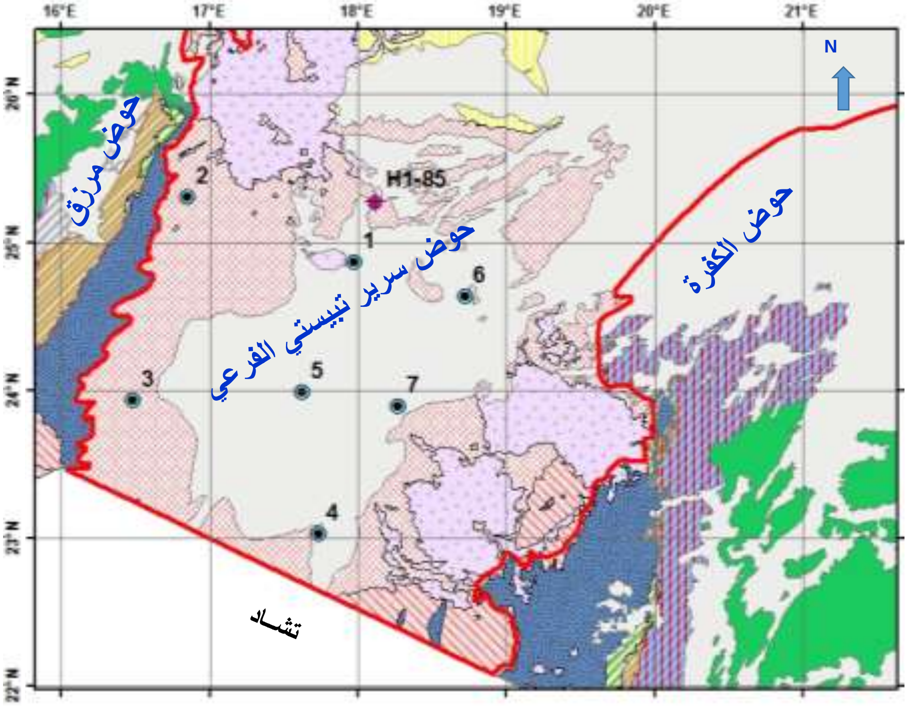
ج- حوض سرير تبيستي الفرعي

يقع حوض سرير تبيستي الفرعي في وسط جنوب ليبيا بين خطي الطول 16^{o} و 20^{o} شرقاً وخطي العرض 22^{o} و 26^{o} شمالاً. يحده من الغرب جبل بن غنيمة، ومن الجنوب والشرق سلسلة جبال تيبستي، ويمتد شمالاً إلى منطقة الهروج الأسود. الحوض الفرعي هو منطقة مسطحة إلى شبه مسطحة بارتفاع يتراوح ما بين حوالي 377 إلى 485 متر فوق مستوى سطح البحر في الشمال وما بين 550 إلى 560 متر في الوسط، بينما يتراوح ارتفاعه ما بين 547 إلى 585 متر في الجنوب. الحوض محاط بسلاسل جبلية يمثلها جبل بن غنيمة في الغرب، بمتوسط ارتفاع حوالي 740 متر، وجبال تبستي في الجنوب والشرق بارتفاع يتراوح ما بين 1550 إلى 2280 متر. يوجد بالمنطقة بعض الوديان القديمة الجافة التي تنحدر من الجبال. كما يتميز الحوض بوجود بركان واو الناموس الواقع في الجزء الشمالي من الحوض الفرعي.

للبحث والتنقيب عن موارد المياه الجوفية بالحوض، تم حفر عدد ثمانية آبار استكشافية خلال الفترة ما بين السنوات 2004 إلى 2009م (شكل 4-42).

يتراوح عمق هذه الآبار ما بين 440 إلى 1750 متر، وتخترق طبقات سميكة من الحجر الجيري والدولوميت والحجر الجيري الدولوميتي متداخلة مع الطين والصلصال والأنهيدريت. يبلغ سمك هذه الطبقات حوالي 1500 متر في الشمال ويتناقص سمكها باتجاه أطراف الحوض ليصل السمك إلى حوالي 300 متر.

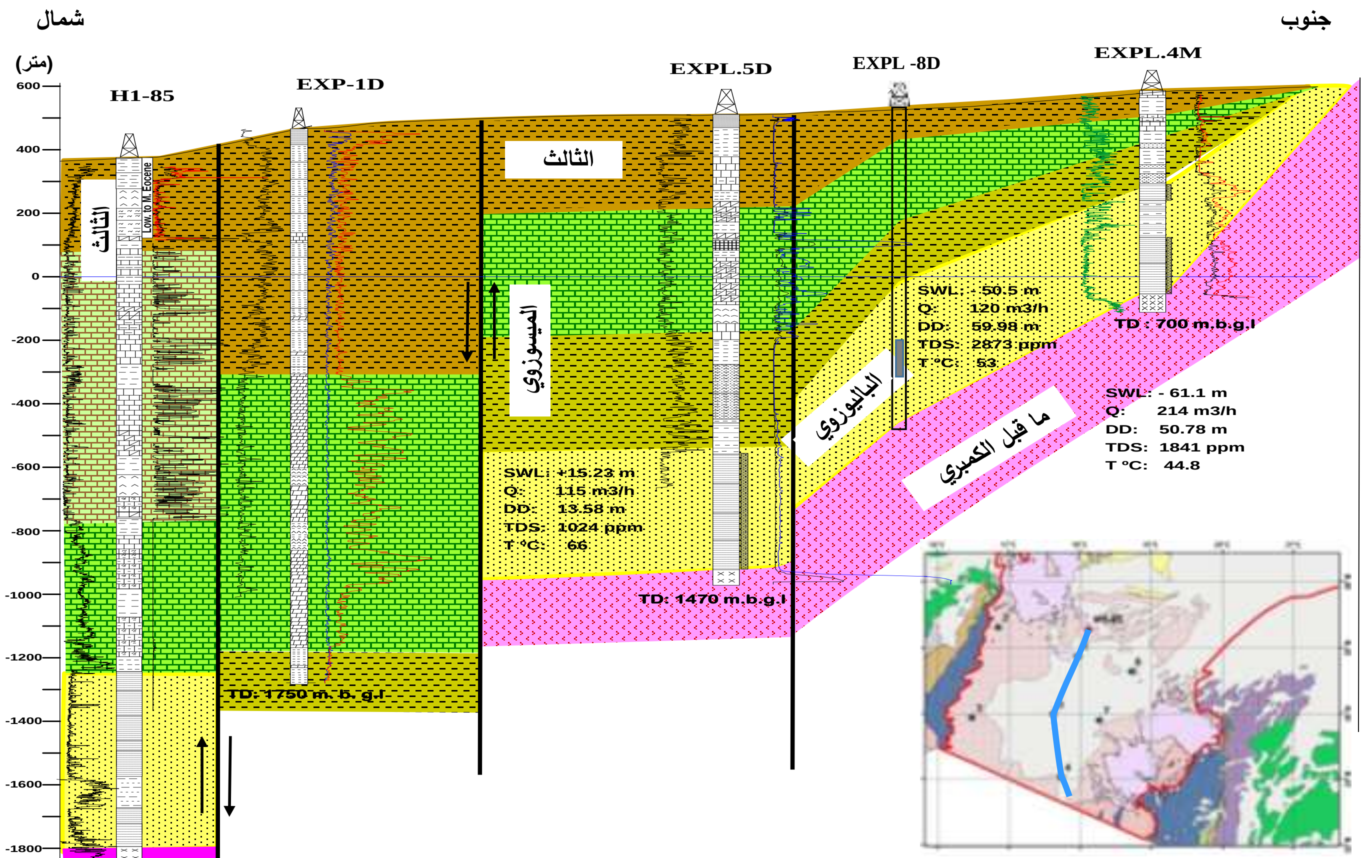
تشير النتائج التي تم الحصول عليها من حفر الآبار الاستكشافية إلى أن هناك خزانات مياه جوفية فوق صخور القاع، تتكون من طبقات الحجر الرملي مع تداخلات رقيقة من الطين والصلصال، يعود عمرها الجيولوجي إلى العصر القديم (الباليوزوي). شكل (4-43) عبارة عن مقطع عرضي من الشمال إلى الجنوب يُظهر التتابع الطبقي الذي تم إخترقه في بئر النفط (H1-85)، والآبار الاستكشافية المحفورة في المنطقة.



شكل (4–42) موقع الآبار الاستكشافية الاختبارية بحوض سرير تبيستي الفرعي

تظهر نتائج تجارب الضخ التي أجريت في هذه الآبار الاستكشافية بأن الآبار EXP–1 و EXP–2 و EXP–3 و EXP–6 و EXP–7 هي آبار جافة. والآبار EXP–4 و EXP–5 هي آبار إنتاجية. حيث تم إجراء اختبارات الضخ النهائية في هذين البئرين، نتائجها مبينة في جدول (4–25).

يمكن اختبار الطبقات العليا المتكونة من الصخور الكربونية (الحجر الجيري، الدولوميت، والحجر الجيري الدولوميتي). حيث من المتوقع أن تحتوي هذه الطبقات على مياه يعتقد بأنها ذات نوعية رديئة إلى رديئة للغاية بسبب وجود طبقات رقيقة من الأنهيدريت والجبس متداخلة مع الطبقات الحاملة للمياه.



شكل (4-43) قطاع هيدروجيولوجي شمال – جنوب بحوض سرير تبيستي الفرعي

جدول (4–25) نتائج اختبار الخزان الجوفي العميق

بحوض سرير تبيستي الفرعي

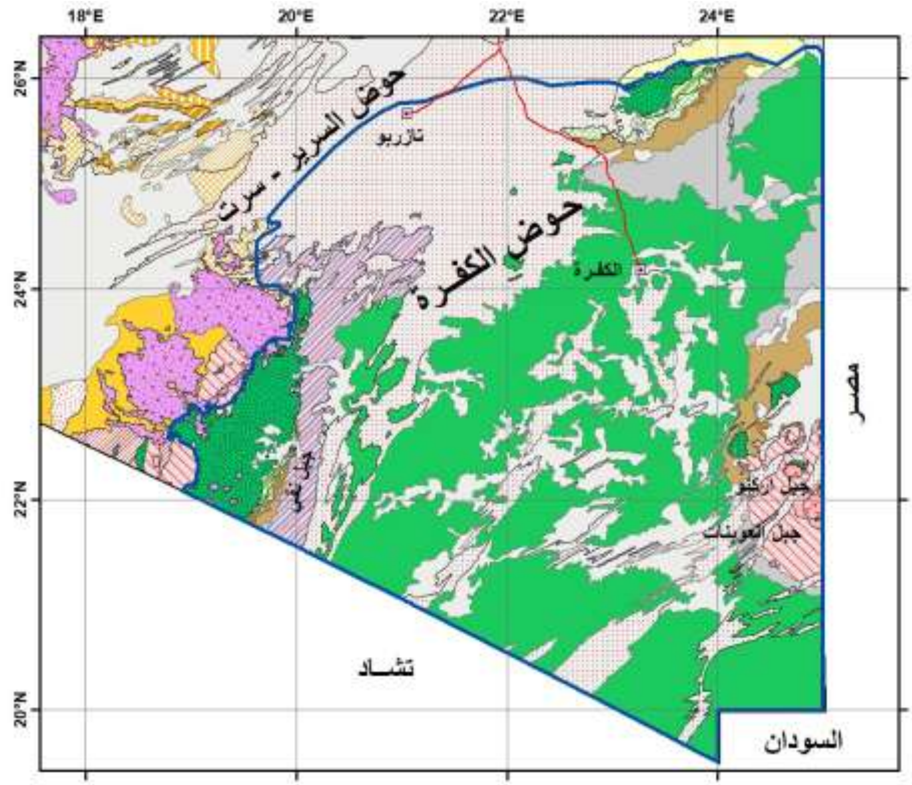
البيانات	EXP – 4	EXP – 5
العمق المحفور (متر)	700	1470
العمق المختبر (متر)	591 – 428	1410 – 1115
التكوين الصخري	حجر رملي	حجر رملي
مستوى الماء (متر)	61.1 –	15.23 +
الإنتاجية (م3/الساعة)	214	115
الهبوط المقابل (متر)	50.78	13.58
الموصلية الكهربائية (ميكروموز/سم)	2630	1475
مجموع الأملاح الذائبة (ملج/لتر)	1841	1024
الأس الهيدروجيني	6.71	6.0
درجة الحرارة (م°)	44.8	66

4–1–2–6– حوض الكفرة

يقع حوض الكفرة في الجنوب الشرقي لليبيا، ويمتد داخل مصر والسودان وتشـاد، حيث يغطي مسـاحة تقدر بحوالي 346300 كيلو متر مربع في ليبيا.

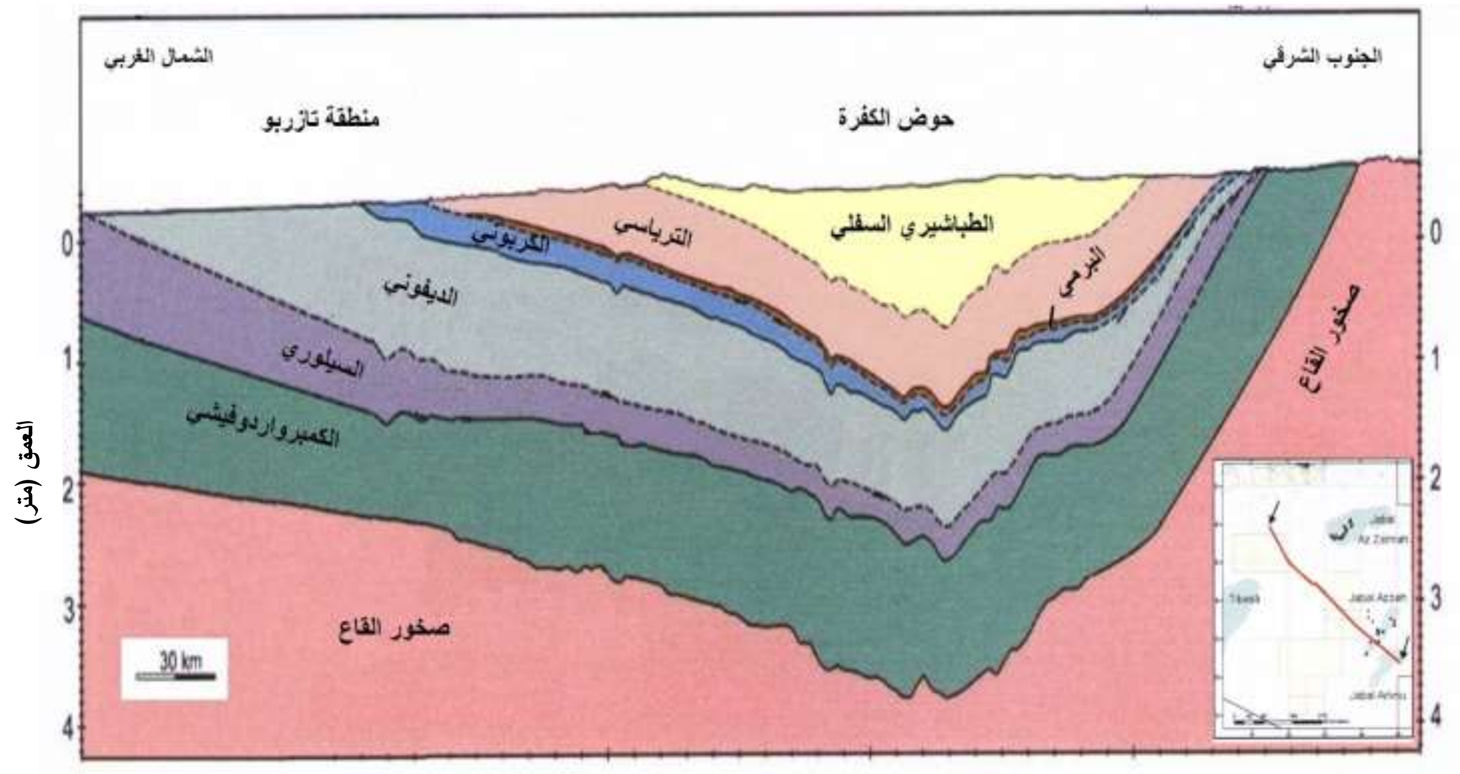
الحوض عبارة عن صحراء منبسطة، تغطي معظم سطحه صخور الحجر الرملي النوبي، ويتراوح ارتفاعه عن مستوى سطح البحر ما بين 230 إلى 550 متر ما عدا المناطق الجبلية، حيث يتراوح ارتفاع هذه المناطق ما

بين 1000 متر عند الحافة الشـرقية لجبال تيبسـتي إلى أكثر من 1800 متر عند قمة جبل العوينات (شكل 4-44).



شكل (4-44) حوض الكفرة

الدراسة الخاصة بالاستراتيجية الإقليمية لتنمية واستغلال نظام الخزانات الجوفية للحجر الرملي النوبي التي تم إعدادها من قبل مركز البيئة والتنمية للمنطقة العربية وأوروبا (CEDARE)، أطلقت اسم نظام الحجر الرملي النوبي على كل التكوينات الجيولوجية المتكونة من الرواسب القارية والتي تنتمي إلى العصر الميسوزوي (Mesozoic)، والعصر الديفوني (Devonian)، والعصر الكمبروأردوفيشي (Cambro-Ordovician) ، وافترضت أن كل هذه التكوينات مترابطة هيدروليكياً (شكل 4-45).



شكل (4–45) قطاع جيولوجي بحوض الكفرة

ما يجب التنويه إليه أنه من خلال تفسير السرود الجيوفيزيائية، والوصف الصخري للتكوينات الجيولوجية التي تم إختراقها أثناء حفر آبار النفط (A1-NC43 و B1-NC43 و A1-NC193 و A1-171) في منطقة الكفرة أن هناك أربعة خزانات جوفية رئيسية وهي:

- الخزان الجوفي الرملي النوبي (العصر الترياسي – الجوراسي إلى العصر الطباشيري السفلي).
- الخزان الجوفي بنيم (العصر الديفوني).
- الخزان الجوفي أكاكوس (السيلوري العلوي).
- الخزان الجوفي (الكمبروأردوفيشي).

هذه الخزانات الجوفية مفصولة عن بعضها بطبقات شبه عازلة وعازلة وهي:

- طبقات طين الظلمة (العصر الكربوني السفلى)، وتفصل الخزان الجوفي الرملي النوبي عن الخزان الجوفي الرملي الديفوني (تكوين بنيم).
- طبقات طين بنيم السفلى – تادرارت العلوي (العصر الديفوني الأوسط والسفلي)، وتفصل الخزان الجوفي المائي بينيم عن الخزان الجوفي أكاكوس.
- صلصال وطين تنازوفت (السيلوري السفلي)، وتفصل الخزان الجوفي أكاكوس غن الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي.
- الطين والغرين التابع لتكوين المليزشقران، يفصل الخزان الجوفي الرملي الميمونيات (العصر الأردوفيشي) عن الخزان الجوفي المتكون من صخور الحواز، والشعبيات، والحساونة (العصر الكمبروأردوفيشي).

لتحديد العمر الجيولوجي للطبقات المخترقة أثناء حفر الآبار الاستكشافية في منطقة الكفرة، تم إجراء التحليل باستخدام حبوب اللقاح لعدد من العينات الأسطوانية ونواتج الحفر المجمعة من هذه الآبار، جدول (4-26) يوضح النتائج الايجابية لتحليل حبوب اللقاح، علماً بأنه تم تحليل حوالي 48 عينة. كما تم

إجراء التحاليل المخبرية للعينات اللبية (الأسطوانية) التي تم جمعها من الآبار الاستكشافية والبيزومترية لتحديد المسامية الفعالة والنفاذية الرأسية والأفقية لطبقات خزانات المياه الجوفية.

جدول (4-26) العمر الجيولوجي لبعض عينات الآبار الاستكشافية في منطقة الكفرة

رقم البئر	نوع العينة	العمق (متر)	بيئة الترسيب	العمر الجيولوجي
Pz-1M	نواتج الحفر	466-464	قارية	الترياسي الآوسط
		467-466	قارية	الترياسي الآوسط
		469-467	قارية	الترياسي الآوسط
		470-469	قارية	الترياسي الآوسط
		643-641	قارية	الترياسي المبكر
Pz-2D	نواتج الحفر	346	قارية	الجوراسي – الطباشيري المبكر
Pz-4M	عينة اسطوانية	561	قارية	الترياسي الآوسط
Pz-8M	عينة اسطوانية	453-450	قارية	الجوراسي – الطباشيري المبكر

أ- الخزان الجوفي الرملي النوبي

في الوقت الحالي، يتم استغلال الخزان الجوفي الرملي النوبي (العصر الترياسي – الطباشيري السفلي)، لأغراض الري، وتزويد المناطق االسكنية بالمياه اللازمة للاغراض الحضرية.

يمكن تقسيم طبقات المياه الجوفية للحجر الرملي النوبي في حوض الكفرة إلى ثلاثة خزانات جوفية (الخزان الجوفي الضحل والمتوسط والعميق)، هذه الخزانات مفصولة عن بعضها بطبقات شبه عازلة تتكون من تداخلات من الغرين والحجر الرملي الغريني والحجر الرملي والطين.

أوضحت تجارب الضخ التي نفذت في الآبار الاختبارية المحفورة في منطقة الكفرة لمدة تراوحت ما بين 15 إلى 30 يوماً إلى أن الخزان الجوفي العلوي (الضحل) للحجر الرملي النوبي عبارة عن خزان جوفي حر (مياه جوفية غير محصورة)، في حين كان الخزان الجوفي المتوسط (الخزان الجوفي الثاني) عبارة عن خزان جوفي شبه محصور، حيث لوحظ وجود تسرب عمودي للمياه في جميع الآبار التي تخترق هذا الخزان، أما الخزان الجوفي العميق، فهو خزان جوفي محصور (مضغوط).

تتراوح الموصلية الهيدروليكية للطبقة شبه العازلة بين الخزان الجوفي الضحل والمتوسط ما بين 9.7×10^{-8} م/الثانية إلى 1.9×10^{-7} م/الثانية، ومعامل التسرب يتراوح ما بين 3000 إلى 4050 متر والمقاومة الهيدروليكية تتراوح ما بين 2.6×10^{8} إلى 9.2×10^{8} ثانية.

ب- الخزان الجوفي الرملي النوبي الضحل (السطحي)

وهو خزان جوفي غير محصور، يتكون من رمل وحجر رملي متداخل مع طبقات رقيقة من الطين والغرين. يتراوح سمك هذا الخزان ما بين 50 إلى 200 متر. يتراوح عمق الآبار الاستكشافية التي تم حفرها لاختبار طبقات المياه الجوفية لهذا الخزان ما بين 175 إلى 200 متر. يتراوح عمق المياه في هذه الآبار ما بين 70 إلى 123 متر تحت سطح الأرض. لقد تم اختبارها بانتاجية تتراوح ما بين 43 إلى 59 $م^3$/الساعة بهبوط مقابل هذا الضخ يتراوح ما بين 2 إلى 10 أمتار. مسامية الصخور المكونة لهذا الخزان تم الحصول عليها من نتائج التحليلات المعملية تتراوح ما بين 11.4 إلى 37.5%. المعاملات الهيدروليكية التي تم الحصول عليها من تجارب الضخ الاختباري موضحة في جدول (4-27).

جدول (4–27) المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي الرملي النوبي الضحل (السطحي)

رقم البئر	العمق (متر)	معامل الناقلية (متر مربع/اليوم)	الموصلية الهيدروليكية (متر/اليوم)	معامل التخزين
EXP–6	203	287	6.9	10^{-2} x 5.1
EXP–10	203	468	11.7	10^{-2} x 3.31
EXP–11	203	1294	32.4	10^{-2} x 4.65
EXP–12	178	1158	20	10^{-2} x 1.23

مياه الخزان الجوفي الرملي النوبي السطحي في الكفرة تحتوي على أملاح ذائبة بتركيز يتراوح ما بين 300 إلى 8000 ملليجرام/لتر، حيث ورد في العديد من التقارير بأن سبب زيادة تركيز الأملاح الذائبة يعود إلى مواقع هذه الآبار بالقرب من السبخات القديمة أو بالقرب من البحيرات المالحة جداً (بحيرات الجوف الشرقية والغربية).

نتائج التحاليل الكيميائية لمياه هذا الخزان التي تم جمعها من الآبار الاستكشافية السطحية موضحة في جدول (4–28). تم تصنيف المياه على أساس الأيونات السائدة بأنها (Ca Na, HCO_3 SO_4) أو (HCO_3 SO_4 Cl)، ولكن في قليل من الحالات صنفت بأنها (Na Ca) أو (Na Mg, Cl HCO_3).

ج– الخزان الجوفي الرملي النوبي المتوسط (الثاني)

يعتبر الخزان الجوفي الرملي النوبي المتوسط هو الخزان الجوفي الرئيسي في حوض الكفرة، ويوجد على أعماق تتراوح ما بين 250 إلى 600 متر.

جدول (4–28) نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الخزان الرملي النوبي السطحي في الكفرة

رقم البئر	الموقع	EC	TDS	pH	Na	K	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3	SiO_2
PZ–1–S	الكفرة	830	517	7.14	81.5	9	55.12	17.76	126	122.46	72.64	57.6	–
PZ–2–S	الكفرة	334	229	7.24	25	2.8	24	9.6	91.5	19.99	53	3.3	3.75
PZ–4–S	الكفرة	320	223	7.46	37	7.6	24	2.9	61	59.98	27	0.748	2.58
PZ–8–S	الكفرة	208	155	7.15	15	8	19.2	3.84	54.9	21.99	30	0.11	3.16
PZ–10–S	الكفرة	231	165	7.33	17.5	2.5	25.6	2.88	67	33.99	13	1.848	3.75
PZ–12–S	الكفرة	255	175	7.45	22	4	24	4.8	30.5	29.99	62	0.88	3.88
SKD–22	السارة	130	100	7	9	3	13	3	46	9	17	–	–
SKD–24	السارة	224	140	6.8	17	10	16	10	79	28	19	–	–
SKD–25	السارة	180	130	6.75	16	2	18	7	37	25	43	–	–
SKD–26	الكفرة	973	553	8.08	138	25	34	27	147	184	72	–	–

ويتكون من طبقات سميكة من الحجر الرملي، ناعم إلى متوسط الحبيبات متداخل مع الغرين والرمل الطيني.

معظم آبار المياه المحفورة في منطقة الكفرة، والمشاريع الزراعية الإنتاجية والاستطانية في منطقة الكفرة، وكذلك الآبار المحفورة في منطقة الساره الواقعة جنوب الكفرة، تخترق طبقات الخزان الجوفي المتوسط على أعماق نادراً ما تتجاوز 450 متراً، وتعطي إنتاجية بمعدل يتراوح ما بين 237 إلى 292 متر مكعب/الساعة، وبتصريف نوعي يتراوح ما بين 1.8×10^{-3} إلى 9.4×10^{-3} م^2/الثانية. يتراوح العمق لمستوى الماء في هذه الآبار ما بين 28 إلى 124 متر تحت سطح الأرض. المسامية التي تم الحصول عليها من العينات الأسطوانية المأخوذة من الآبار الاستكشافية الاختبارية تتراوح ما بين 10 إلى 33%. المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي المتوسط التي تم الحصول عليها من اختبارات الضخ التي أجريت في الآبار الإنتاجية والاختبارية موضحة في جدول (4−29).

التحاليل الكيميائية للمياه المجمعة من الآبار الاستكشافية، وآبار مشروع الكفرة الإنتاجي، وآبار مشروع الكفرة الاستيطاني والتي تخترق الخزان الجوفي الرملي النوبي المتوسط أوضحت بأن نوعية مياه هذه الآبار جيدة، وقابلة للاستغلال لجميع الأغراض.

ملوحة المياه (مجموع الأملاح الذائبة) بآبار مشروع الكفرة الإنتاجي، وآبار مشروع الكفرة الاستيطاني تتراوح ما بين 96 إلى 384 ملليجرام/لتر. تحتوي هذه المياه على الحديد بتركيز يتراوح ما بين 0.09 إلى 3.4 ملليجرام/لتر، وثاني أكسيد الكربون الحر بتركيز يتراوح ما بين 34 إلى 57 ملليجرام/لتر.

جدول (4−30) يبين نتائج التحاليل الكيميائية للآبار الاختبارية المحفورة حديثاً بحوض الكفرة. من خلال هذا الجدول يمكن ملاحظة أن تركيز

جدول (4–29) المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي الرملي النوبي المتوسط (الثاني)

رقم البئر	نوع البئر	العمق (متر)	معامل الناقلية (متر مربع/اليوم)	الموصلية الهيدروليكية (متر/اليوم)	معامل التخزين
EXP-1	اختباري	405	1762	7.22	1.7×10^{-4}
EXP-4	اختباري	436	5530	21.35	7.54×10^{-5}
EXP-8	اختباري	475	1002	8.02	2.26×10^{-4}
EXP-10	اختباري	431	6005	21.22	6.03×10^{-5}
EXP-11	اختباري	415	1823	10.42	1.53×10^{-4}
WW-3	انتاجي	472	340	8.9	2.0×10^{-3}
WW-4	انتاجي	305	998	46.1	4.0×10^{-3}
WW-7	انتاجي	311	2177	18.6	1.5×10^{-2}
WW-8	انتاجي	602	1401	12.7	2.0×10^{-3}
WW-12	انتاجي	248	419	3.3	1.0×10^{-3}
4	انتاجي	---	1042	---	5.1×10^{-5}
C84	انتاجي	---	4060	---	4.1×10^{-4}
C77	انتاجي	---	1775	---	7.8×10^{-4}
2232	انتاجي	---	3185	---	3.6×10^{-4}

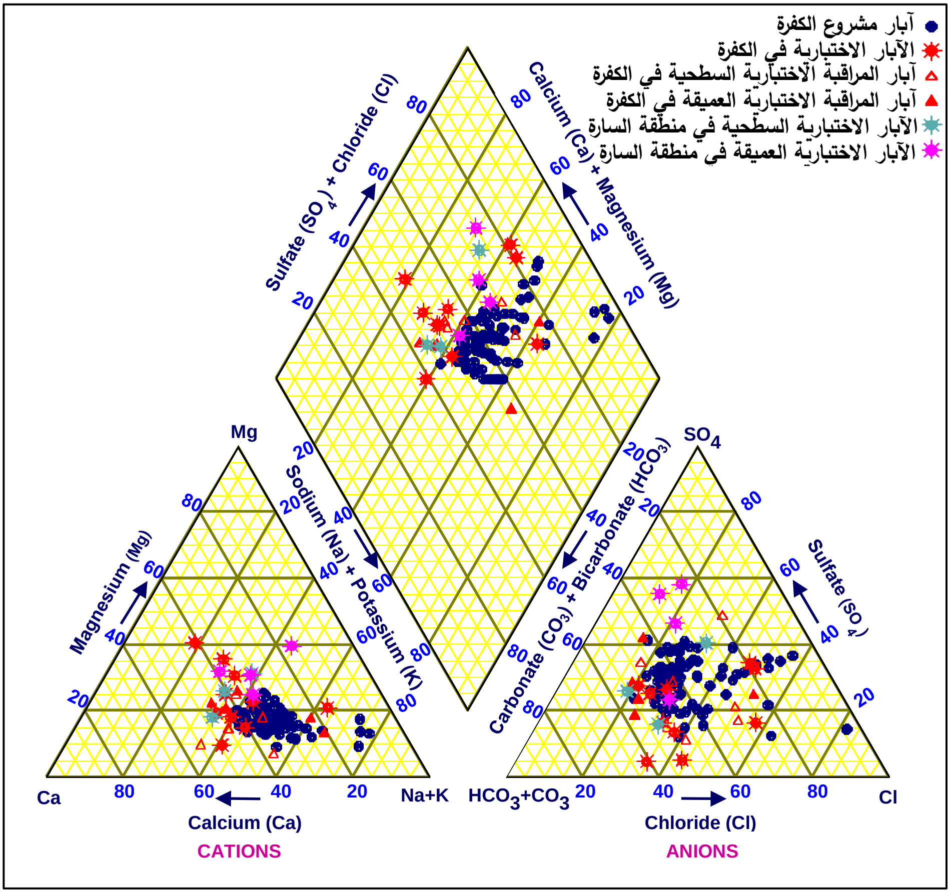
الجدول (4–30) نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الخزان الجوفي الرملي النوبي المتوسط بحوض الكفرة

رقم البئر	الموقع	EC	TDS	pH	Na	K	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3	SiO_2
EXP–1–M	الكفرة	816	527	7.42	76	7.3	64	14.4	91.5	129.96	131	8.8	3.6
EXP–1–M	الكفرة	774	538	7.41	72	7.5	80	9.6	91.5	139.96	128	10.56	3.46
PZ–1–M	الكفرة	726	468	7.16	91	16	32	16	98	131	86	1	–
PZ–2–M	الكفرة	609	435	7.27	85	4.4	24	9.6	152.5	29.99	118	0.528	3.16
EXP–4–M	الكفرة	140	97	6.23	9.0	4.7	11.2	2.88	48.8	16	3	0.748	3.6
EXP–4–M	الكفرة	191	131	7.2	10.7	5.6	12.8	6.72	54.9	16	22	0.026	3.2
PZ–4–M	الكفرة	234	135	7	11.3	7.5	16	4.8	61	15	21.5	0.003	1.92
EXP–8–M	الكفرة	163	112	6.26	10	4	12.8	4.8	42.7	15.99	20	0.047	4
EXP–8–M	الكفرة	133	87	6.76	7.6	3.6	11.2	2.88	36.6	16	8	0.15	3.88
PZ–8–M	الكفرة	161	113	7.21	10.8	3.3	11.2	4.8	48.8	10	21	0.026	3
EXP–10–M	الكفرة	140	102	6.25	10	6	9.6	3.84	42.7	16	11	0.18	2.86
EXP–10–M	الكفرة	130	84	6.62	5.5	3.2	12.8	2.88	42.7	18	---	0.748	2.4
PZ–10–M	الكفرة	172	127	7.55	11.5	4	12	4.8	76.25	15	---	0.924	3.26
EXP–12–M	الكفرة	172	128	6.35	5.1	5.4	16	9.6	61	29.99	---	0.26	4
EXP–12–M	الكفرة	137	98	6.73	5.8	4.9	9.6	5.76	42.7	10	18	0.026	3.16
PZ–12–M	الكفرة	212	124	7.76	9	6.5	16	4.8	61	15	16	0.006	1.8
T–5k–1–92	السارة	116	76	7.15	6.9	0.1	8	4	18.3	7.1	33.6	0.2	---
T–5k–2–92	السارة	124	98	6.8	7.6	8.6	4	6	25.6	9.6	28.8	2.2	---
T–5k–3–92	السارة	118	87	7.1	10	2.65	8.17	3.68	33.56	13.28	13.6	0.51	---
T–5k–4–92	السارة	160	87	6.5	11	5	10	6	31	7	42	1	---

مجموع الأملاح الذائبة يتراوح في هذه الآبار ما بين 84 إلى 538 ملليجرام/لتر.

أغلب مياه الخزان الجوفي الرملي النوبي الأوسط بالكفرة (حوالي 70%) تصنف على أنها (Na Cl) أو (Na Ca Mg, HCO_3 SO_4 Cl)، في حين تصنف نوعية المياه في الآبار الاستكشافية الاختبارية بأنها (Ca Nl) أو (Ca Mg, HCO_3 SO_4 Cl).

نتائج التحاليل الكيميائية للمياه المجمعة من الآبار المحفورة في الكفرة تم تمثيلها بإستخدام مثلث بايبر كما هو موضح في شكل (4–46).



شكل (4–46) تصنيف مياه الخزانات الجوفية في الكفرة

- **الخزان الجوفي الرملي النوبي السفلي (العميق)**

لقد تم إختراق الخزان الجوفي الرملي النوبي السفلي (تكوينات ما بعد التاسيللي) واختباره بواسطة بئر استكشافية واحدة (EXP–2D) على عمق ما بين 650 – 1000 متر. يتكون هذا الخزان الجوفي من الحجر الرملي، ناعم إلى خشن الحبيبات، جيدة التلاحم والتماسك، متداخل مع طبقات رقيقة من الطين والغرين.

تم اختبار البئر الاستكشافية بمعدل إنتاجية 79.2 لتر/الثانية، أي ما يعادل (285.12 متر مكعب/الساعة)، مع هبوط مقابل لهذه الإنتاجية يصل إلى 44.72 متر. العمق إلى سطح الماء عند 59 متر تحت سطح الأرض. معامل الانتقالية المتحصل عليه من تجارب الضخ المنفذة في البئر الاستكشافي يتراوح ما بين 3.2×10^{-2} إلى 9.2×10^{-2} م^{2}/الثانية، ومعامل التخزين ما بين 6×10^{-4} إلى 1.6×10^{-3}.

- **منطقة تازربو**

تقع منطقة تازربو عند الحافة الشمالية الغربية لحوض الكفرة، والمنطقة الجنوبية لحوض السرير – سرت، وهي المنطقة التي تظهر فيها صخور العصر الباليوزوي قريبة من السطح، لذلك تختلف الخصائص الهيدروليكية لهذه المنطقة عن حوضي الكفرة والسرير – سرت.

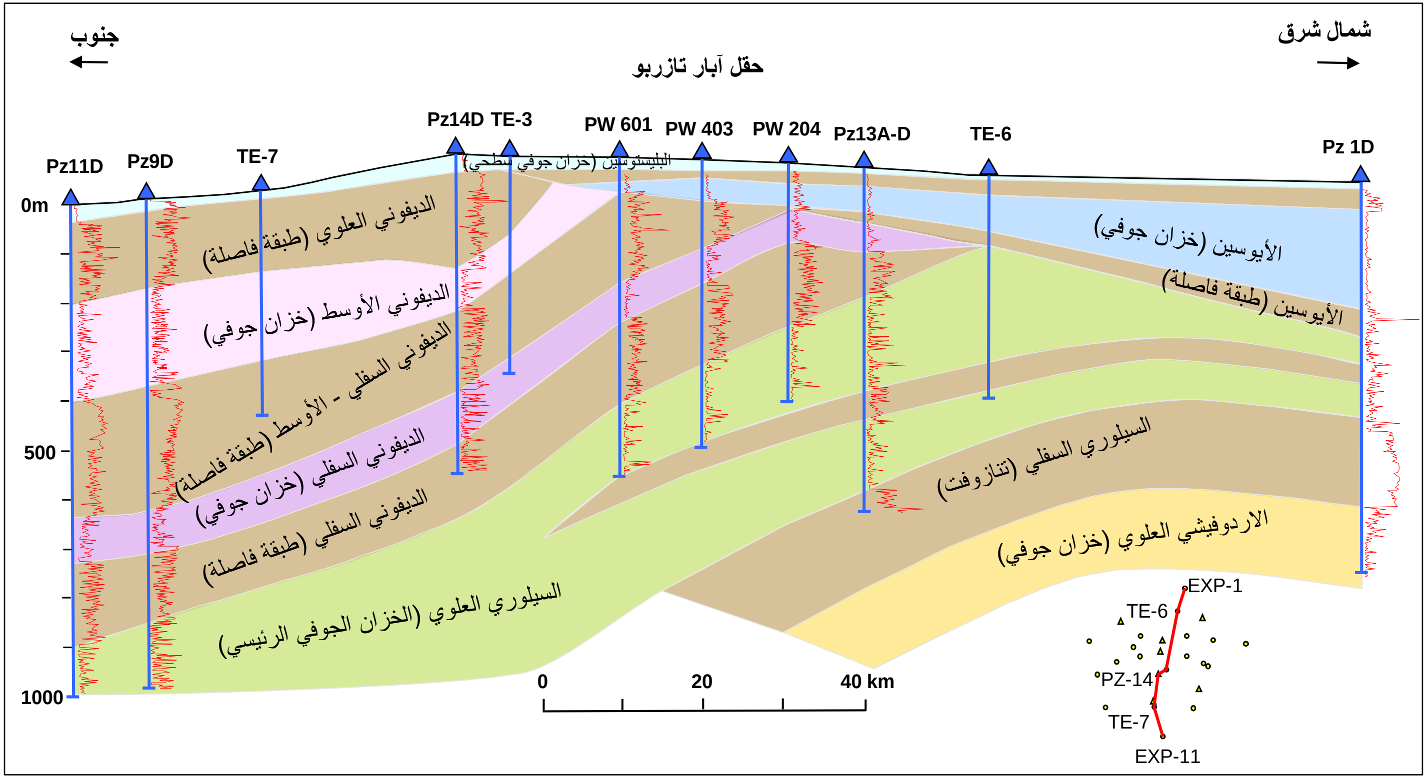
من خلال حفر الآبار الاستكشافية في منطقة تازربو، أتضح أن هناك عدة طبقات حاملة للمياه الجوفية تنتمي إلى أعمار جيولوجية مختلفة، تم تصنيفها عمودياً إلى 4 خزانات جوفية. هذه الخزانات مفصولة عن بعضها بطبقات شبه عازلة إلى عازلة. (شكل 4–47).

تم إجراء التحاليل المخبرية للعينات الأسطوانية التي تم جمعها من الآبار الاستكشافية والبيزومترية المحفورة في منطقة تازربو لتحديد عمر التكوينات

الجيولوجية التي تم إختراقها (جدول 4-31)، كما تم تحديد المسامية الفعالة، والنفاذية الرأسية والأفقية لطبقات الخزانات الجوفية وكذلك للطبقات الفاصلة.
تم تحديد الخواص الهيدروليكية للطبقات الحاملة للمياه الجوفية التي تم إختراقها من خلال تحليل البيانات المتحصل عليها من تجارب الضخ المنفذة في الآبار الاستكشافية المحفورة في منطقة الدراسة.
يمكن تلخيص بيانات الخزانات الجوفية ومعاملاتها الهيدروليكية على النحو التالي:

جدول (4-31) العمر الجيولوجي لبعض عينات الآبار الاستكشافية في منطقة تازربو

الموقع	عمق العينة (متر)	الوصف الصخري	العمر الجيولوجي
TE – 9	201.5	طين غريني	الديفوني الأوسط
	281.5	طين	الديفوني المبكر
	782.65	طين غريني	الاردوفيشي المتأخر إلى السيلوري المبكر
	860.9	طين	الاردوفيشي المتأخر إلى السيلوري المبكر
Pz–518 CD	74.3 – 25	حجر رملي	الديفوني السفلي
	291 – 74.3	حجر رملي وغرين	الديفوني السفلي
	780 – 291	حجر رملي وغرين	الديفوني السفلي
	851– 780	حجر رملي وغرين	السيلوري العلوي



الشكل (4-47) قطاع هيدروجيولوجي في منطقة تازربو

- **الخزان الجوفي الضحل**

يتكون الخزان الجوفي الضحل (السطحي) من الرمل، متوسط إلى خشن الحبيبات، شبه مستديرة إلى مستديرة، رديئة إلى جيدة الفرز، مع وجود الحصى والحبيبات كبيرة الحجم، متداخلة مع طبقات رقيقة من الحجر الرملي الغريني، والغرين، والطين التابع لعصر البليستوسين.

يتراوح السمك الكلي للخزان الجوفي ما بين 40 إلى 150 متر، ويتراوح عمق مستوى الماء ما بين 1.2 إلى 28.6 متر تحت سطح الأرض. إنتاجية الآبار التي تخترق هذا الخزان بصفة عامة منخفضة حيث تتراوح ما بين 14.9 – 44.28 متر مكعب/الساعة (4.14 إلى 12.30 لتر/الثانية). البيانات الهيدروجيولوجية للخزان الجوفي الضحل مبينة في جدول (4–32).

جدول (4–32) البيانات الهيدروجيولوجية للخزان الجوفي الضحل في تازربو

رقم البئر	العمق (متر)	مستوى الماء (متر)	الهبوط (متر)	الإنتاجية (م^3/الساعة)	التصريف النوعي (م^2/اليوم)
TE-2	50	11.30	10.01	44.28	106.16
EXP- SE(s)	70	8.98	12.54	17.75	33.97
EXP-NE(s)	55	6.40	11.23	14.94	31.93
EXP-SW(s)	64	16.03	10.11	14.94	35.47

هذا الخزان عبارة عن خزان جوفي حر (غير محصور)، وهو مفصول عن الخزان الجوفي الثاني (الخزان الجوفي الإيوسين في الشمال، والخزان الجوفي الديفوني الأوسط في الجنوب) بطبقات شبه عازلة (شبه فاصلة) التي تتكون من الطين، والغرين، والحجر الرملي الغريني التي تعود إلى عصر ما بعد الإيوسين في الشمال وإلى الديفوني العلوي (تكوين بنيم) في الجنوب.

يعتقد بأن هذا الخزان يتلقى تغذية من خلال سريان المياه الجوفية أفقياً نتيجة الاتصال الهيدروليكي مع طبقات الديفوني الأوسط (تكوين بنيم) وطبقات الديفوني السفلي (تكوين تادرارت) في الجنوب.

تم تحديد الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي السطحي بإستخدام بيانات تجارب الضخ الاختباري المنفذة في الآبار التي تخترق هذا الخزان (جدول 4-33) نتائج الخواص الهيدروليكية لطبقة المياه الجوفية الضحلة.

جدول (4-33) الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي الضحل في تازربو

رقم البئر	معامل الإمرارية (م^2/اليوم)					الموصلية الهيدروليكية (م/اليوم)	معامل التخزين
	Tpp	Tpr	Top	Tor	Tav		
EXP-SW	313	933	218	--	114	24.88	1.21×10^{-2}
EXP-SE	278	864	155	129	998	18.14	3.73×10^{-2}
EXP-NE	--	131	596	117	102	22.12	5.18×10^{-2}
TE-2	--	159	154	140	151	39.05	7.70×10^{-2}

Tpp تم الحصول عليه من بيانات تجربة الضخ (بئر الضخ).

Tpr تم الحصول عليه من بيانات تجربة االرجوع (بئر الضخ).

Top تم الحصول عليه من بيانات تجربة الضخ (بئر االمراقبة).

Tor تم الحصول عليه من بيانات تجربة الرجوع (بئر االمراقبة).

Tav معدل معامل الامرارية.

تركيز الأملاح الذائبة بمياه الخزان الجوفي البليستوسين والإيوسين يتراوح ما بين 700 إلى 1417 ملليجرام/لتر، هذه المياه تحتوي على تركيز عالي لكلوريدات الصوديوم. مياه الخزان الجوفي الإيوسين تحتوي على تركيز عالي للكبريتات. تصنف مياه الخزان الجوفي البليستوسين على أساس الأيونات السائدة بأنها (Ca Mg Na, Cl) أو (Na Ca Mg, Cl)، أما مياه

الخزان الجوفي الإيوسين فتصنف على أنها ($Na\ Ca, Cl\ SO_4$) أو ($Na\ Mg, Cl\ SO_4$).

- **الخزان الجوفي الميوسيني**

وهو الخزان الجوفي الثاني في الجزء الشمالي من حقل آبار تازربو ، سمك هذا الخزان يزيد في اتجاه الشمال، حيث وصل إلى 187 متر في البئر الاختباري (EXP-1). يتكون الخزان الجوفي الميوسيني من رمل متوسط الحبيبات، شبه مستديرة إلى مزواة، جيد الفرز، متداخل مع الرمل الغريني والرمل الطيني والغرين. وهو خزان جوفي محصور، مفصول عن الخزان الجوفي الموجود أسفله بواسطة طبقة فاصلة تتكون من الكالسيليتايت متداخل مع المارل والرمل المارلي التابع لعصر الإيوسين.

جدول (4-34) يوضح البيانات الهيدروجيولوجية المتحصل عليها من تجارب الضخ الاختباري بالآبار الاستكشافية التي تم حفرها لإختراق هذا الخزان.

جدول (4-34) البيانات الهيدروجيولوجية للخزان الجوفي الميوسيني في تازربو

رقم البئر	العمق (متر)	مستوى الماء (متر)	الهبوط (متر)	الإنتاجية ($م^3$/الساعة)	التصريف النوعي ($م^2$/اليوم)
EXP-NW(sa)	72	7.56	26.62	8.64	7.79
EXP- 1s	120	20.45	15.02	17.316	27.67
EXP-7s	90	1.22	33.25	4.284	3.09
EXP-3s	96	3.69	12.94	87.30	161.92

لقد تم حساب الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي الميوسيني من تحليل بيانات الضخ الاختباري التي أجريت على البئر الاستكشافية (EXP–1) المحفورة في الشمال، والبئر الاستكشافية (EXP–7) المحفورة في شرق حقل الآبار الإنتاجية.

تتراوح قيم معامل الناقلية (الإمرارية) المتحصل عليها من تجارب الضخ الاختباري ما بين 276 إلى 391 م^2/اليوم، وتتراوح الموصلية الهيدروليكية ما بين 7.00 إلى 9.50 متر/اليوم، أما معامل التخزين فيتراوح ما بين 2.3×10^{-3} إلى 3.9×10^{-3}.

– الخزان الجوفي الديفوني الأوسط

تم إختراق الخزان الجوفي الديفوني الأوسط بواسطة الآبار الاستكشافية وآبار المراقبة التي حفرت جنوب حقل آبار المياه بتازربو. ويتكون هذا الخزان من رواسب تعود إلى تكوين بينيم وتتركب من حجر رملي متوسط إلى خشن الحبيبات، مزواة إلى شبه مستديرة، رديئة الفرز متداخل مع الغرين، ويتراوح سمكها ما بين 140 إلى 200 متر.

يتراوح عمق الآبار التي تخترق الخزان الجوفي الديفوني ما بين 313 إلى 432 متر، ويتراوح عمق مستوى المياه ما بين 7.7 إلى 36.5 متر تحت سطح الأرض. أعطت هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 64.8 – 342.0 متر مكعب/الساعة (18 إلى 95 لتر/الثانية)، مع إنخفاض في مستوى المياه أثناء الضخ تراوح ما بين 13.7 إلى 27.4 متر، وإنتاجية نوعية تراوحت ما بين 96.5 إلى 563 متر مربع/اليوم.

يعتبر الخزان الجوفي الديفوني، الخزان الجوفي الثاني في جنوب حقل الآبار، وهو مفصول عن الخزان الجوفي الثالث بطبقة سميكة جداً من

صخور الديفوني الأوسط (الجزء السفلي من تكوين بنيم) إلى الديفوني السفلي (الجزء العلوي من تكوين تادرارت).

الآبار الاستكشافية التي تم حفرها لإختراق واختبار الخزان الجوفي الديفوني الأوسط (تكوين بنيم) لم يتم توزيعها بالصورة المطلوبة. لقد تم إجراء الضخ الاختباري في أربعة آبار استكشافية (EXP–11 و EXP–9 و TE–7 و TE–3) الواقعة في جنوب حقل آبار مشروع النهر الصناعي، بهدف تحديد المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي الديفوني الأوسط جدول (4–35).

جدول (4–35) الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي الديفوني الأوسط في تازربو

رقم البئر	معامل الإمرارية (م^2/اليوم)					الموصلية الهيدروليكية (م/اليوم)	معامل التخزين
	Tpp	Tpr	Top	Tor	Tav		
EXP-9	788	676	746	674	721	3.82	3.73×10^{-5}
EXP-11	2125	1166	959	1063	1328	7.29	1.6×10^{-4}
TE-7	--	1201	942	1063	1071	5.95	2.4×10^{-4}
TE-2	--	460	450	460	547	2.93	3.5×10^{-4}

تركيز مجموع الأملاح الذائبة في مياه الخزان الجوفي الديفوني الأوسط (تكوين بنيم) يتراوح ما بين 220 إلى 780 ملليجرام/لتر، وتصنف على أنها (Na Mg, HCO_3 Cl) و (Na Ca Mg, Cl).

– الخزان الجوفي الديفوني السفلي

هذا الخزان الجوفي تم إختراقه بواسطة الآبار الاستكشافية واعتبرته شركة الحفر الخزان الجوفي الأوسط. تم إختراق هذا الخزان في حقل الآبار على

أعماق تتراوح ما بين 103 إلى 600 متر. يزيد عمقه في اتجاه الجنوب ليصل إلى أكثر من 700 متر تحت سطح الأرض، في حين يختفي هذا الخزان الجوفي في شمال حقل آبار المياه.

هذا الخزان الجوفي يعود إلى تكوين تادرارت التابع للعصر الديفوني السفلي، الذي يتكون من الحجر الرملي المشبع بالحديد، ناعم إلى خشن الحبيبات، مزواة إلى مستدير الحبيبات، جيدة الفرز، متداخل مع حجر رملي غريني، وهو مفصول بشكل جيد عن الخزان الجوفي الرئيسي العميق عن طريق طبقات سميكة من الطين.

يتراوح سمك الخزان الجوفي ما بين 62 إلى 175 متر. يتراوح العمق إلى مستوى الماء من 10 إلى 53 متر تحت سطح الأرض، ويتراوح معدل الإنتاجية الذي تم اختباره ما بين 54 – 144 م^3/الساعة (15 إلى 40 لتر/الثانية) بهبوط مقابل لهذه الإنتاجية يتراوح مابين 9.5 إلى 46.8 متر. تتراوح الإنتاجية النوعية للآبار المختبرة بين 67 إلى 218 م^2/اليوم. الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي موضحة في جدول (4–36).

تركيز الأملاح الذائبة في مياه الخزان الجوفي الديفوني السفلي يتراوح ما بين 195 إلى 268 ملليجرام/لتر، وتصنف هذه المياه على أنها (Mg, Na K, HCO_3) و (Mg Na Ca, HCO_3) أو (Na Ca Mg, HCO_3).

- **الخزان الجوفي السيلوري العلوي**

يُعتبر الحجر الرملي أكاكوس الذي يعود إلى السيلوري العلوي خزان جوفي رئيسي في حقل آبار تازربو. المرحلة الأولى من مشروع النهر الصناعي المصممة لنقل المياه من الجنوب الشرقي تعتمد بشكل أساسي على هذا الخزان، وهو خزان جوفي محصور يوجد على عمق يتراوح ما بين 452 إلى 668 متر تحت سطح الأرض. ويتكون من طبقات سميكة من الحجر

جدول (4−36) الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي الديفوني السفلي في تازربو

رقم البئر	معامل الإمرارية ($م^2$/اليوم)					الموصلية الهيدروليكية (م/اليوم)	معامل التخزين
	Tpp	Tpr	Top	Tor	Tav		
EXP-7	308	226	202	225	240	3.89	7.78×10^{-5}
EXP-8	959	697	697	683	759	6.83	1.02×10^{-4}
EXP-9	513	156	213	138	255	3.11	8.49×10^{-6}
EXP-SW	680	470	536	476	541	6.22	4.33×10^{-5}
EXP-SE	202	135	181	135	163	1.99	1.49×10^{-4}
EXP-3D	331	287	363	282	316	6.45	1.05×10^{-5}
TE-4	--	190	190	180	187	1.29	4.0×10^{-4}
TE-9	129	227	--	--	178	3.53	--

الرملي الكوارتيزي الغني بالحديد، ذو حبيبات ناعمة إلى متوسطة وخشنة، مزواة إلى مستديرة، متداخل مع طبقات رقيقة من الغرين والحجر الرملي الغريني وأحياناً الطين والصلصال.

الصلصال المتداخل مع الغرين والحجر الرملي الغريني (تكوين تنازوفت) يشكل الطبقة الفاصلة بين الخزان الجوفي الرئيسي (الخزان الجوفي السيلوري العلوي) والخزان الجوفي السفلي (الأوردوفيشي العلوي).

تتراوح معدلات الإنتاج للآبار التي إخترقت هذا الخزان الجوفي من 424.8 إلى 439.2 $م^3$/الساعة (118 إلى 122 لتر/الثانية)، بهبوط مقابل لهذه الإنتاجية يتراوح من 14.2 إلى 35.2 متر، وتصريف نوعي يتراوح من 246 إلى 762 $م^2$/اليوم. يتراوح العمق المقاس لمستوى المياه في هذه الآبار من 1.86 متر فوق سطح الأرض إلى 14.53 متر تحت سطح

الأرض، ويتراوح السمك الكلي للطبقات الحاملة للمياه ما بين 100 و 200 متر.

قيم معامل الانتقالية تم الحصول عليها من اختبارات الضخ التي أجريت في 108 بئر إنتاجي التابعة لمشروع النهر الصناعي، وكانت ما بين 1901 إلى 5098 م^2/اليوم.

المعاملات الهيدروليكية تم الحصول عليها من اختبارات الضخ المنفذة في الآبار الاستكشافية لفترات تتراوح من 10 إلى 45 يومًا (جدول 4−37). هذا وتجدر الإشارة إلى أن معظم الآبار الاستكشافية المختبرة تقع حول حقل الآبار الإنتاجية بتازربو التابع لمشروع النهر الصناعي. ولا توجد بيانات متاحة للمعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي الرئيسي في أقصى الأجزاء الجنوبية والشمالية من منطقة تازربو.

جدول (4−37) الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي السيلوري العلوي في تازربو

رقم البئر	معامل الإمرارية (م^2/اليوم)					الموصلية الهيدروليكية (م/اليوم)	معامل التخزين
	Tpp	Tpr	Top	Tor	Tav		
EXP-SW	3620	3128	4069	2428	3311	17.28	7.95×10^{-3}
EXP-SE	2419	2281	2298	2264	2316	18.14	3.5×10^{-6}
EXP-NW	2687	3715	3672	3802	3469	21.60	6.0×10^{-5}
EXP-8	3084	3560	2100	1598	2586	7.34	1.17×10^{-4}
TE-1	2298	--	1512	2203	2004	10.80	3.2×10^{-4}
TE-2	6800	--	3361	--	5081	29.03	3.0×10^{-4}
TE-5	968	--	--	1097	1033	5.05	3.0×10^{-4}
TE-8	2203	1927	1780	1754	1916	10.97	3.0×10^{-4}

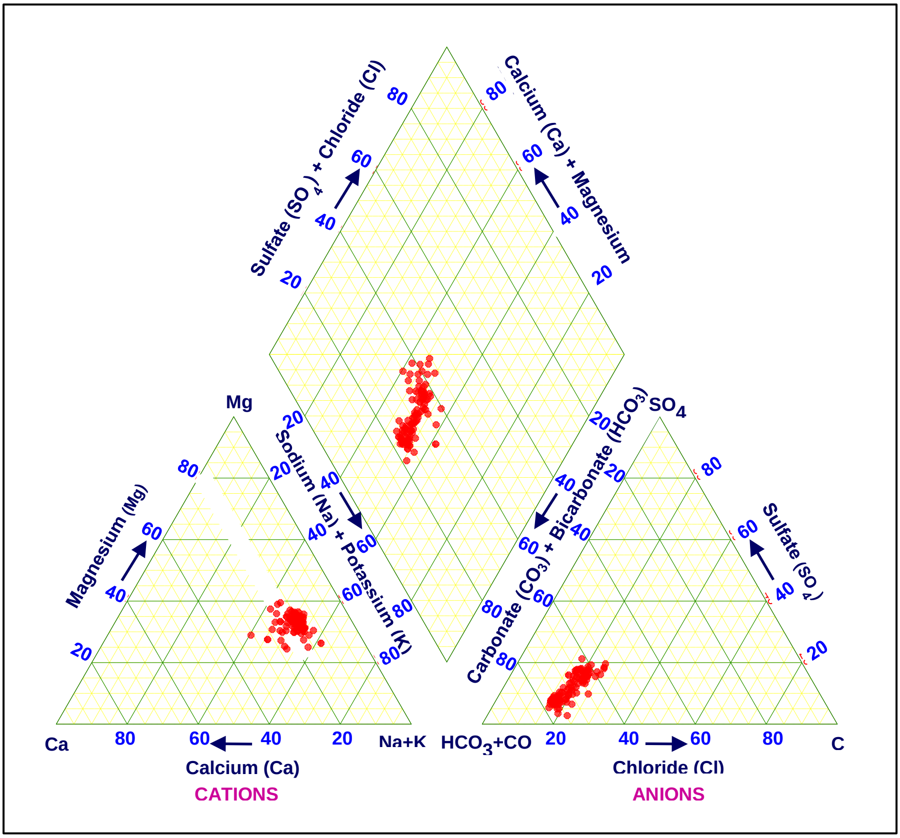
نتائج التحليل الكيميائي للمياه المجمعة من 106 بئر إنتاجي بحقل مشروع النهر الصناعي، وعدد بئرين استكشافية تخترق الخزان الجوفي السيلوري العلوي (الخزان الجوفي الرئيسي) أوضحت بأن تركيز الأملاح الذائبة بهذه المياه يتراوح ما بين 168 إلى 287 ملليجرام/لتر، هذه المياه تحتوي على تركيز عالي للحديد (1 – 6 ملليجرام/لتر) والمنجنيز (0.94 – 4.25 ملليجرام/لتر). بناءً على الأيونات السائدة تم تصنيف مياه الخزان الجوفي الرئيسي إلى 6 مجموعات كما يلي:

- (28.7%) Mg Na K, HCO_3
- (20.4%) Mg K Na, HCO_3
- (12.0%) Mg K Na, HCO_3 Cl
- (12.0%) Na Mg, HCO_3
- (11.1%) Mg Na K, HCO_3 Cl
- تصنيفات مختلفة (15.8%)

شكل (4–48) يوضح تمثيل بيانات المياه المجمعة من الآبار الإنتاجية بحقل تازربو منظومة النهر الصناعي.

- **الخزان الجوفي السفلي (الأوردوفيشي العلوي)**

هذا الخزان هو أعمق خزان جوفي تم إختراقه في منطقة تازربو. حيث تم إختراقه واختباره فقط في البئر الاستكشافية (EXP–1) المحفورة في شمال منطقة حقل آبار مشروع النهر الصناعي بتازربو على عمق 800 متر. كما تم إختراق الجزء العلوي من الخزان الجوفي الأردوفيشي العلوي بواسطة الآبار Pz 218CD و Pz 618–2D و TE–9 على أعماق 636 و 850 و 888 متراً على التوالي.



شكل (4-48) تصنيف مياه الآبار الإنتاجية في حقل تازربو منظومة النهر الصناعي

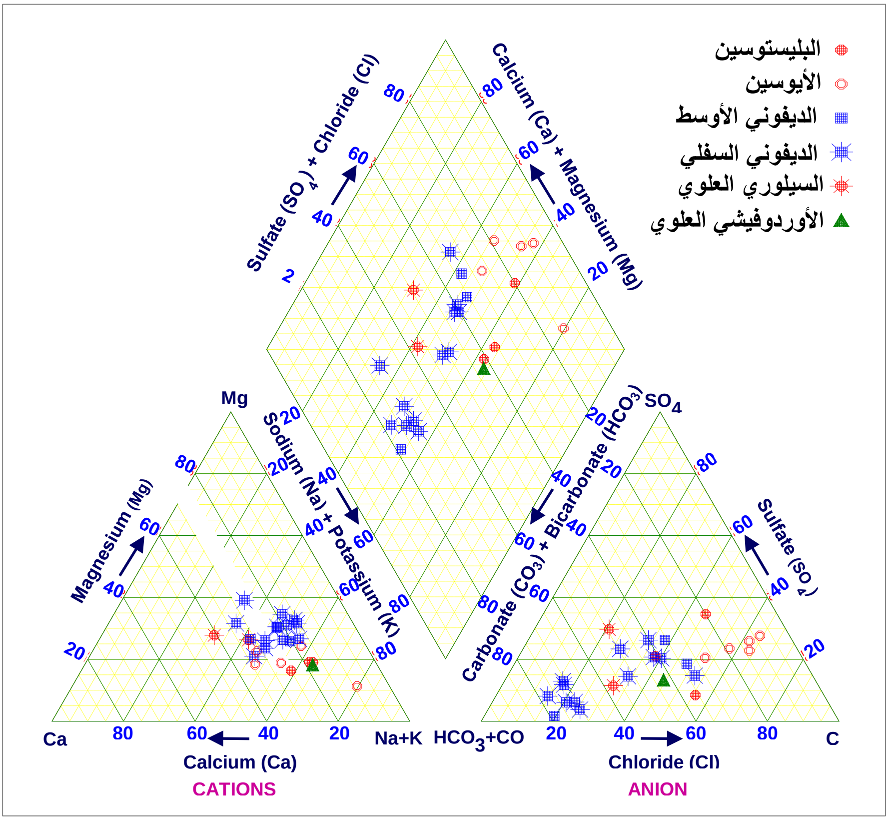
تتكون طبقات الخزان الجوفي من الحجر الرملي الناعم إلى متوسط الحبيبات، مع وجود طبقات من الصلصال أعلى التكوين. سمك هذا الخزان يصل إلى حوالي 146 متر.

لقد تم إجراء اختبار الضخ للخزان الجوفي في البئر الاستكشافية (EXP-1) بمعدل إنتاجية 146.81 متر مكعب/الساعة (40.78 لتر/الثانية)، بهبوط مقابل قدره 39.61 متر، وتصريف نوعي 88.95 متر في اليوم. الخزان الجوفي محصور تحت ضغط (تدفق ذاتي للمياه). مستوى المياه يقع على ارتفاع حوالي 57.65 متر فوق سطح الأرض.

تشير النتائج التي تم الحصول عليها من اختبار الضخ في هذه البئر الاستكشافية إلى أن معامل الناقلية (الإمرارية) هو 1901 م^2/اليوم، ومعامل التخزين هو 7.1×10^{-3} ، والموصلية الهيدروليكية حوالي 13.05 متر/اليوم.

عينة المياه المجمعة من البئر الاستكشافية الوحيدة (EXP-1) التي تخترق الخزان الجوفي الأردوفيشي العلوي تدل على أن مياه هذا الخزان عذبة (مجموع الأملاح الذائبة كانت 422 ملليجرام/لتر)، والمياه تصنف على أنها (Na, Cl HCO_3).

شكل (4-49) يبين تمثيل بيانات عينات المياه المجمعة من الآبار الاستكشافية المحفورة في تازربو.



شكل (4-49) تصنيف المياه المجمعة من الآبار الاستكشافية بمنطقة تازربو

4-2- مشروع النهر الصناعي (مياه جوفية منقولة)

يهدف مشروع النهر الصناعي إلى نقل كميات كبيرة من المياه الجوفية من مصادرها بالجنوب إلى الشمال حيث يتركز الطلب علي المياه بسبب الكثافة السكانية العالية والنشاطات الزراعية والصناعية المصاحبة لها وحيث تعاني الموارد المائية المحلية من استنزاف كبير وتدهور خطير في نوعية المياه. كما يهدف المشروع بعد استكمال جميع مراحله إلى:

- إيقاف الوضع المتردي الذي وصل إليه مخزون المياه الجوفية بالأحواض المائية الواقعة بالمناطق الساحلية، وإتاحة الفرصة لهذه الأحواض كي تستعيد جزءاً من المياه التي فقدتها خلال سنوات استنزافها.
- انشاء صناعات خفيفة في المناطق التي تستفيد مباشرة من مياه المشروع ودعم الصناعات القائمة حالياً مما يسهم في زيادة إنتاجها الصناعي بما يوفره المشروع من مياه ضرورية.
- تزويد المدن والقرى بالمياه اللازمة يساعد على إيجاد مجالات جديدة للعمل ويسهم في ازدهارها بعد أن كانت مهددة بالعطش وتوقف أنشطة التنمية المختلفة.
- تشجيع سكان المناطق الريفية على البقاء في مناطقهم التي ستصبح مراكز زراعية توفر لهم سبل الحياة الكريمة وعدم الهجرة إلى المدن الرئيسية.
- الإسهام في رفع مستوى معيشة المواطن بصورة عامة.

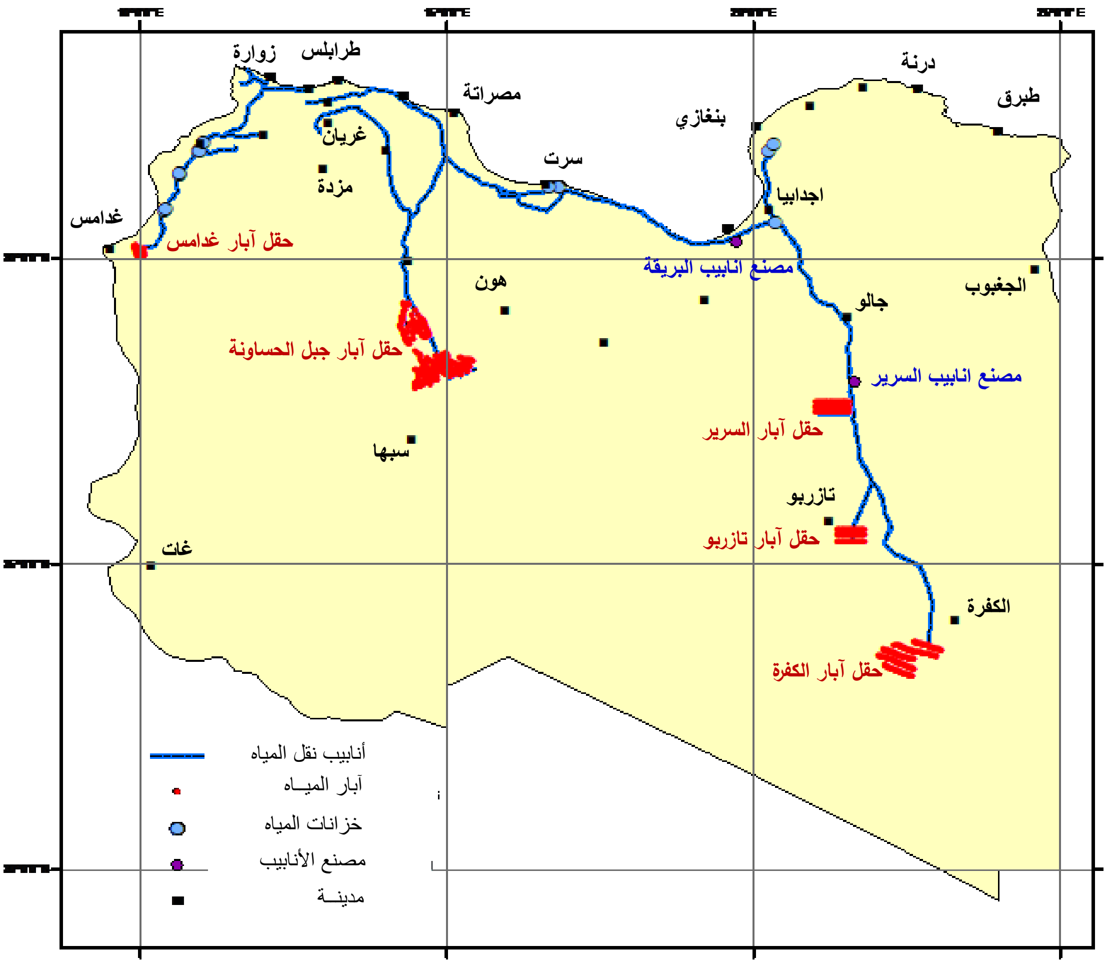
يتكون المشروع من آبار المياه الإنتاجية وآبار المراقبة موزعة في حقول وأنابيب النقل الرئيسية من هذه الحقول إلى خزانات التجميع (شكل 4-50) ومحطات الضخ ومنظومات توزيع الطاقة الكهربائية وغيرها من الانشاءات اللازمة لنقل المياه لتغطية بعض احتياجات المناطق الواقعة شمال البلاد.

يمكن تلخيص مكونات شبكات نقل المياه الرئيسية على النحو التالي:

- خطوط النقل الرئيسية

تتكون معظم خطوط النقل من أنابيب تجميع مياه الآبار بأقطار تتراوح ما بين 1.6 إلى 2.8 متر تتدفق بعدها المياه عبر الخطوط الرئيسية المتكونة من أنابيب خرسانية سابقة الإجهاد (GRP) بقطر 4 أمتار يتم تصنيعها داخل ليبيا بمصنعي السرير (ثلاثة خطوط إنتاج تنتج 120 أنبوب يومياً) والبريقة (خطي إنتاج تنتج 80 أنبوب يومياً)، حيث يبلغ طول الأنبوب الواحد 7.5 متر ويتراوح وزنه ما بين 75 إلى 83 طن، ويصل طول منظومة النقل حوالي 4400 كيلومتر تمتد في خنادق تحت سطح الأرض على عمق 7 أمتار. باستثناء منظومة غدامس فإن أقطار أنابيب خطوط نقل المياه فيتراوح ما بين 0.2 إلى 1.4 متر.

- خطوط فرعية على طول الخط الرئيسي لتغذية الخزانات الزراعية وتزويد المدن الواقعة على مسار الخط.
- خزانات المياه وتشمل:
  - خزانات الموازنة
  - خزانات كسر الضغط
  - خزانات تجميع المياه بسعة تخزينية متفاوتة.
  - الخزانات الزراعية موزعة على طول مسار الخط.
- محطات الضخ
- منظومات توزيع الطاقة الكهربائية بحقول آبار المياه.
- منظومات الاتصالات والتحكم.
- مراكز لدعم التشغيل والصيانة.
- بالإضافة إلى الانشاءات الأخرى المكملة لهذا المشروع.



شكل (4-50) منظومات النهر الصناعي

ومن ضمن مكونات المشروع حفر واستكمال عدد من آبار المياه الإنتاجية موزعة في حقول تغذي جميع منظومات النهر الصناعي بالمياه المخطط نقلها. عدد الآبار وأعماقها وإنتاجياتها مبين في جدول (4–38).

يتكون مشروع النهر الصناعي من المنظومات التالية:

4–2–1– منظومة السرير/ سرت – تازربو/ بنغازي

صممت هذه المنظومة لنقل 2 مليون متر مكعب من المياه يومياً من حقلي آبار المياه بكل من السرير وتازربو جنوب شرق ليبيا متجهاً نحو الشمال إلى خزان التجميع والموازنة في اجدابيا ومنه تتفرع منظومة النقل إلى فرعين لتنتهي في خزان عمر المختار في بنغازي شمالاً، وخزان القرضابية في سرت غرباً.

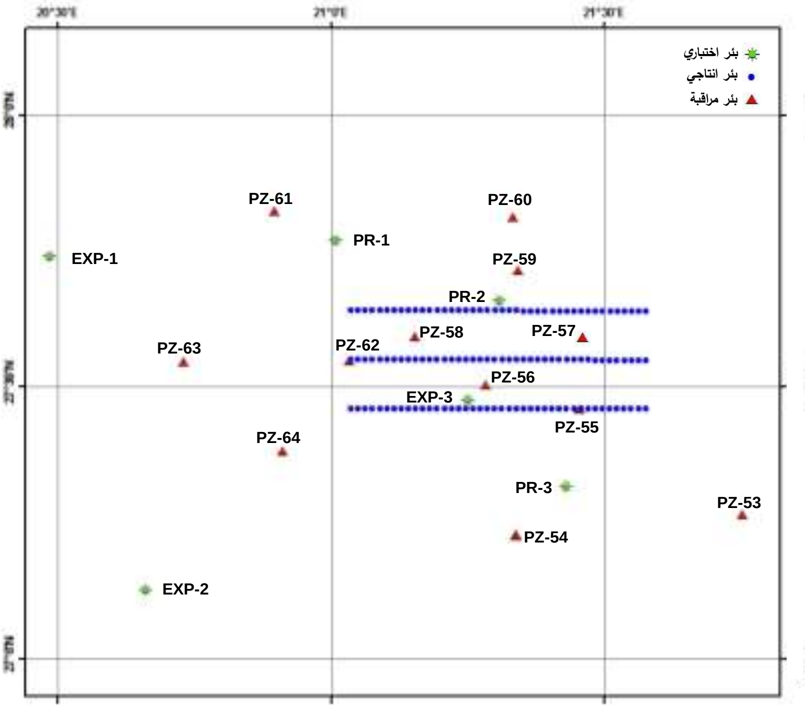
يتكون حقل السرير من 126 بئراً إنتاجية بعمق يتراوح ما بين 436 – 478 متراً لاستغلال الطبقات الحاملة للمياه التابعة لصخور ما بعد الإيوسين. تم توزيع هذه الآبار في ثلاثة خطوط متوازية تبعد عن بعضها بمسافة 10 كيلومترات، ويتكون كل خط من هذه الخطوط من 42 بئراً انتاجية والمسافة بين كل بئر وآخر على نفس الخط حوالي 1.3 كيلومتراً (شكل 4–51).

أما حقل آبار تازربو فيتكون من 108 بئراً إنتاجية بعمق يتراوح ما بين 440 – 660 متراً وذلك لاستغلال الطبقات الحاملة للمياه التابعة لصخور حقب الحياة القديمة (الباليوزوي). تم حفر هذه الآبار بنفس نظام حقل آبار السرير بحيث يتكون كل خط من 36 بئراً إنتاجية مقسمة إلى نصفين متساويين أحدهما شرقاً والآخر غرباً (شكل 4–52).

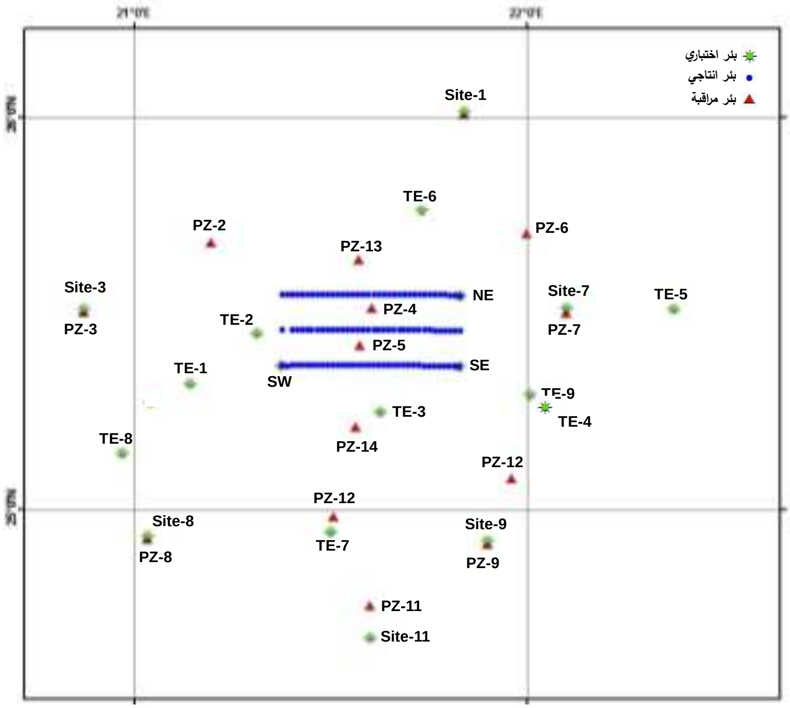
سيتم تزويد المدن والتجمعات السكنية والمشاريع الزراعية الواقعة على مسار خطوط الأنابيب من جالو إلى بنغازي شمالاً وإلى سرت غرباً من خلال أكثر من 60 فتحة ونقطة تغذية.

جدول (4-38) بيانات حقول آبار المياه بمنظومات النهر الصناعي

حقل آبار المياه	عدد الآبار الانتاجية	أعماق الآبار (متر)	إنتاجية البئر الواحد (لتر/ث)	إجمالي كميات المياه (م $م^3$/يوم)	ملاحظات
السرير	126	478-436	92	1	تم تنفيذه ويعمل منذ 1993م
تازربو	108	660-440	120	1	تم تنفيذه ويعمل منذ 2004م
جبل الحساونة	484	600-390	65-45	2.5	تم تنفيذه ويعمل منذ 1996م
غدامس	106	740-660	30	0.247	تحت التنفيذ
الكفرة	300	600-400	75	1.68	لم يتم تنفيذ حفر الآبار



شكل (4-51) حقل آبار السرير



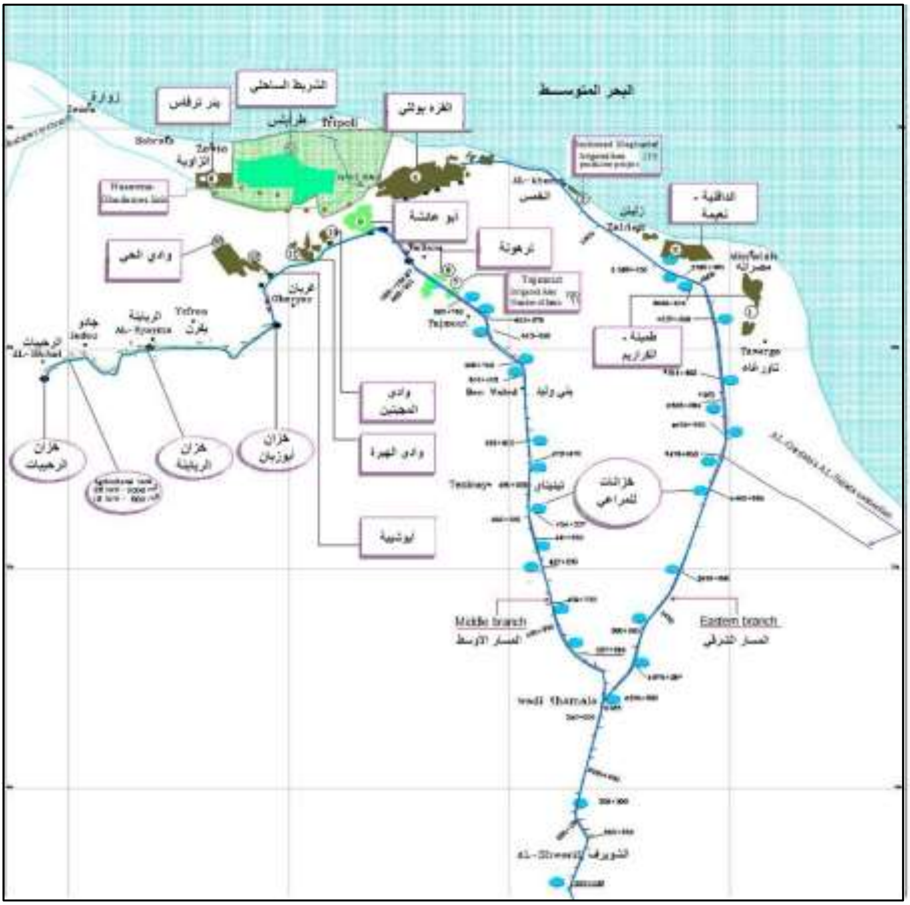
شكل (4-52) حقل آبار تازربو

بدأ في تشغيل حقل آبار السرير جزئياً في شهر سبتمبر 1993م لتزويد المدن والتجمعات السكانية والمشاريع الزراعية باحتياجاتها من المياه، حيث تراوح ما يتم إنتاجه من حقل آبار السرير منذ بداية التشغيل ما بين 17.3 إلى 205.4 مليون متر مكعب من المياه سنوياً، أما حقل آبار تازربو فقد بدأ في تشغيله في شهر مارس 2004م، وتراوح ما تم ضخه من هذا الحقل ما بين 54.4 إلى 193.8 مليون متر مكعب من المياه سنوياً، علماً بأن مجموع ما تم إنتاجه وتوزيعه من الحقلين حتى نهاية شهر أغسطس من عام 2018م وصل إلى حوالي 4.9 مليار متر مكعب من المياه، وكانت نسب استهلاك هذه المياه كما يلي:

- 41.3 – 98.8% لأغراض الشرب.
- 0.3 – 58.1% لأغراض الزراعة.
- 0.5 – 1.7% لأغراض سقي الحيوانات.

4-2-2- منظومة جبل الحساونة – سهل الجفارة

تم تصميم المنظومة لنقل حوالي 2.5 مليون متر مكعب من المياه يومياً من المنطقة الواقعة شرق وشمال شرق جبل الحساونة بجنوب غرب ليبيا، حيث يتفرع من المنظومة مساران (شكل 4-53)، المسار الأوسط لتزويد مدن بني وليد وترهونة والمدن الواقعة بشرق جبل نفوسة من غريان إلى الرحيبات، والمسار الشرقي لتزويد المدن الساحلية من تاورغاء ومصراته إلى مدينة طرابلس، كما يوجد مسار زراعي يمتد من طرابلس إلى منطقة بئر ترفاس للأغراض الزراعية. تضمنت هذه المرحلة حفر أكثر من 484 بئراً إنتاجية بعمق يتراوح ما بين 390 إلى 600 متراً لاستغلال الخزان الجوفي الرملي لتكوين الحساونة التابع لصخور الكمبروأردوفيشي، حيث تم توزيع هذه الآبار بطريقة تتمشى مع طبيعة المنطقة الطوبوغرافية وكانت المسافة بين البئر والآخر حوالي 1500 متر ومعظم هذه

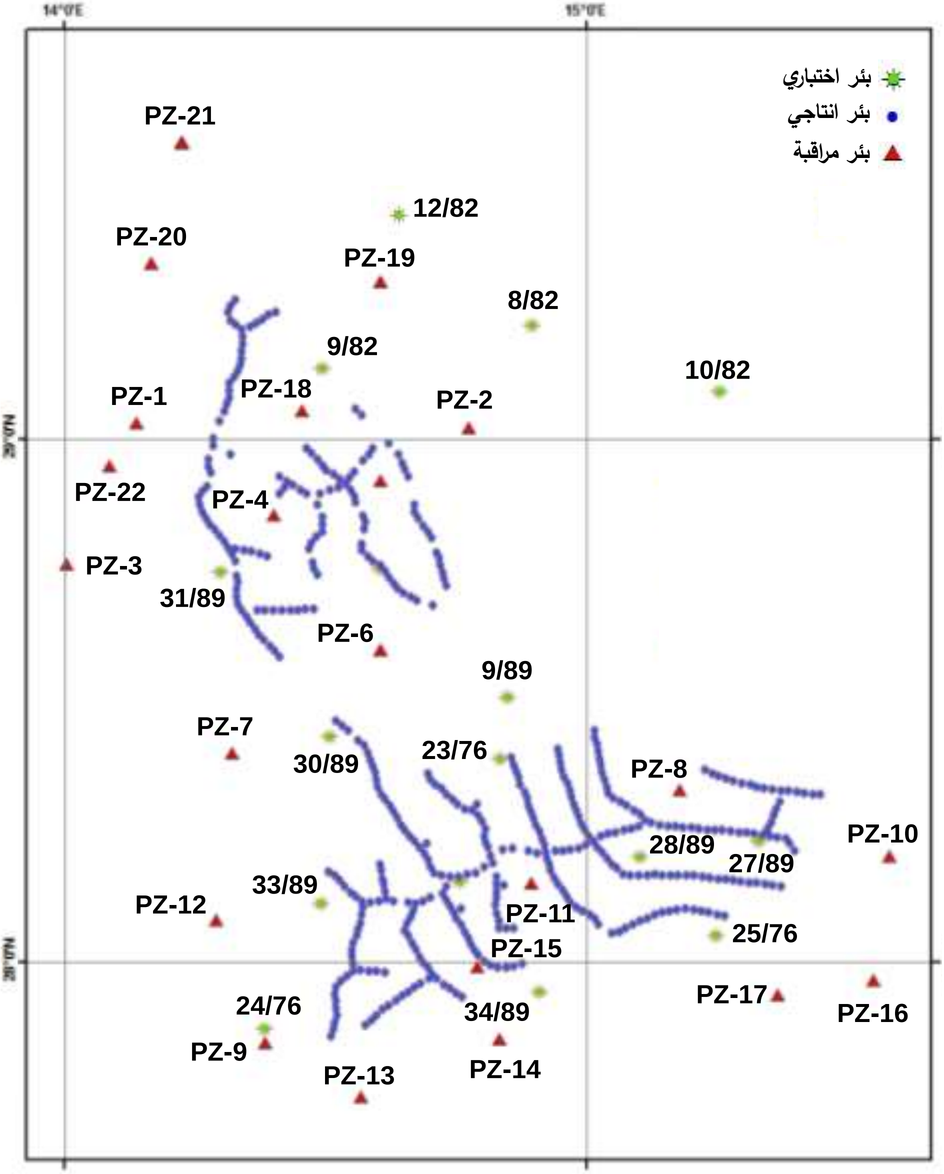


المصدر: جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي

شكل (4-53) مسارات منظومة جبل الحساونة ـ سهل الجفارة والمناطق المقترح تغذيتها

الآبار تم استكمالها على هيئة ثقب مفتوح (بدون مصافي) في الجزء الذي يخترق الخزان الجوفي (شكل 4–54).

بدأ في تشغيل المنظومة جزئياً في نهاية شهر أغسطس 1996م بإنتاجية قدرت بحوالي 250 ألف متر مكعب من المياه يومياً حتى وصل متوسط الإنتاج اليومي حالياً إلى حوالي 1 مليون متر مكعب من المياه، وبلغ مجموع ما تم إنتاجه وتوزيعه حتى نهاية عام 2015م إلى حوالي 4.5 مليار متر مكعب من المياه.



شكل (4-54) حقل ابار جبل الحساونة

4-2-3- منظومة القرضابية – السدادة

تهدف هذه المنظومة إلى ربط منظومة المرحلة الأولى (منظومة السرير/ سرت – تازربو/ بنغازي) بمنظومة المرحلة الثانية (منظومة جبل الحساونة – سهل الجفارة) بواسطة خط أنابيب يمتد من سرت إلى منطقة السدادة (وصلة القرضابية – السدادة) وذلك لنقل حوالي 0.98 مليون متر مكعب من المياه يومياً من منظومة المرحلة الأولى إلى منظومة المرحلة الثانية لتغطية العجز في الإمداد المائي الذي قد يحدث في هذه المنظومة (شكل 4–55).

بدأ تشغيل المنظومة في شهر يوليو 2008م بضخ حوالي 50 ألف متر مكعب من المياه يومياً وهي متوقفة منذ 2011م نتيجة ما لحق بها من أضرار. بلغ إجمالي ما تم ضخه من منظومة المرحلة الأولى إلى منظومة المرحلة الثانية حتى فبراير 2011م حوالي 22 مليون متر مكعب من المياه (بمتوسط شهري 585 ألف متر مكعب).



شكل (4-55) وصلة القرضابية – السدادة

4-2-4- منظومة غدامس- زوارة - الزاوية

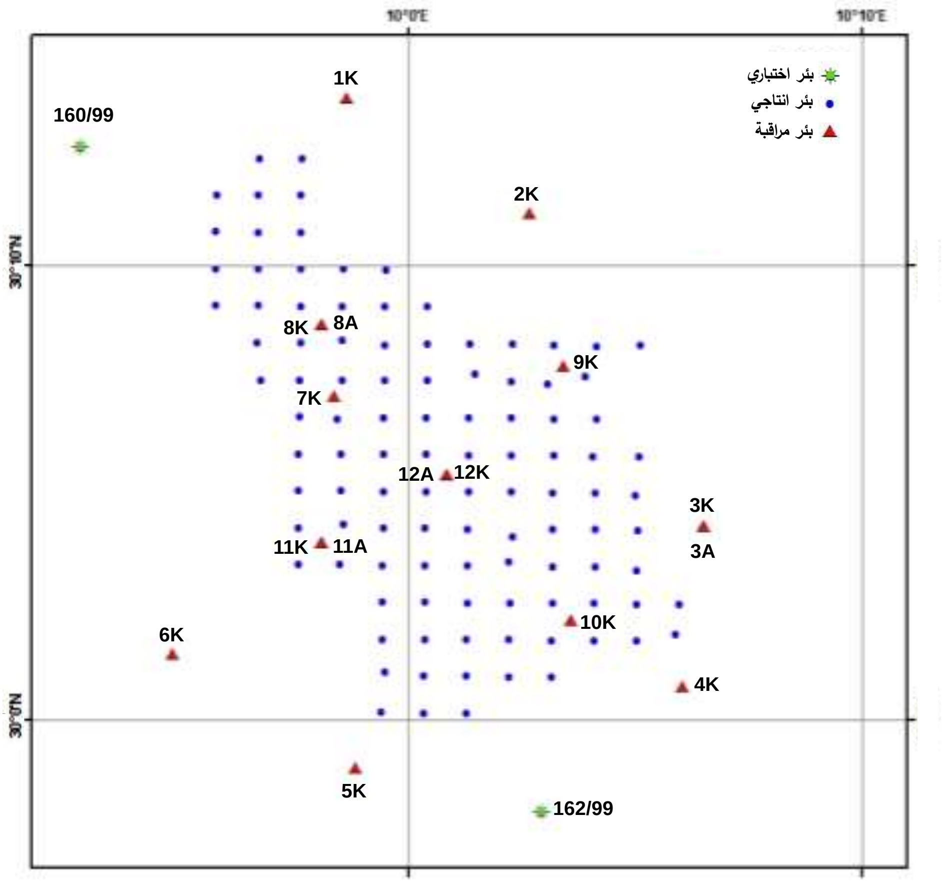
يجري العمل حالياً لتنفيذ منظومة غدامس- زوارة - الزاوية لنقل حوالي 91 مليون متر مكعب من المياه سنوياً (حوالي 253 ألف متر مكعب/اليوم) من حقل آبار يتم حفرها بمنطقة غدامس غرب ليبيا. سيتم نقل المياه لتزويد التجمعات السكانية الواقعة غرب جبل نفوسة من مدينة نالوت وحتى مدينة الحرابة والجزء الغربي من قدم الجبل (الحوامد إلى شكشوك)، ثم شمالاً إلى المدن الساحلية الواقعة غرب سهل الجفارة (زوارة إلى الزاوية)، وذلك عن طريق 26 فتحة تغذية.

يتكون الحقل من 106 بئراً إنتاجية بعمق يتراوح ما بين 580 - 740 متراً لاستغلال تكوين الحجر الرملي ككلة التابع لصخور الجوراسي- الكريتاوي السفلي. توزيع هذه الآبار كما هو مبين في شكل (4-56).

تم تشغيل المنظومة بشكل جزئي مع نهاية عام 2009م، من خلال تشغيل عدد 5 آبار إنتاجية لتغذية مدينة نالوت والمناطق المجاورة لها بمياه الشرب بمعدل وصل إلى حوالي 3 ألاف متر مكعب من المياه يومياً، حيث بلغ مجموع ما تم إنتاجه وتوزيعه حتى نهاية عام 2015م حوالي 10 مليون متر مكعب من المياه.

من خلال التقرير المقدم من منظومة غدامس- زوارة-الزاوية للفترة من شهر 7 إلى 2018/11م يتضح بأن عدد الآبار المتاحة 4 آبار منها 3 آبار منتجة وبئر واحدة عاطلة، حيث تعطي الآبار المنتجة ما بين 53740 إلى 22170 متر مكعب/الشهر موزعة على النحو التالي:

- 70 إلى 74% لأغراض الشرب (بلدية نالوت وأولاد محمود).
- 10 إلى 20% لأغراض زراعية (توصيلات عشوائية).
- 6 إلى 20% لسقي الحيوانات.

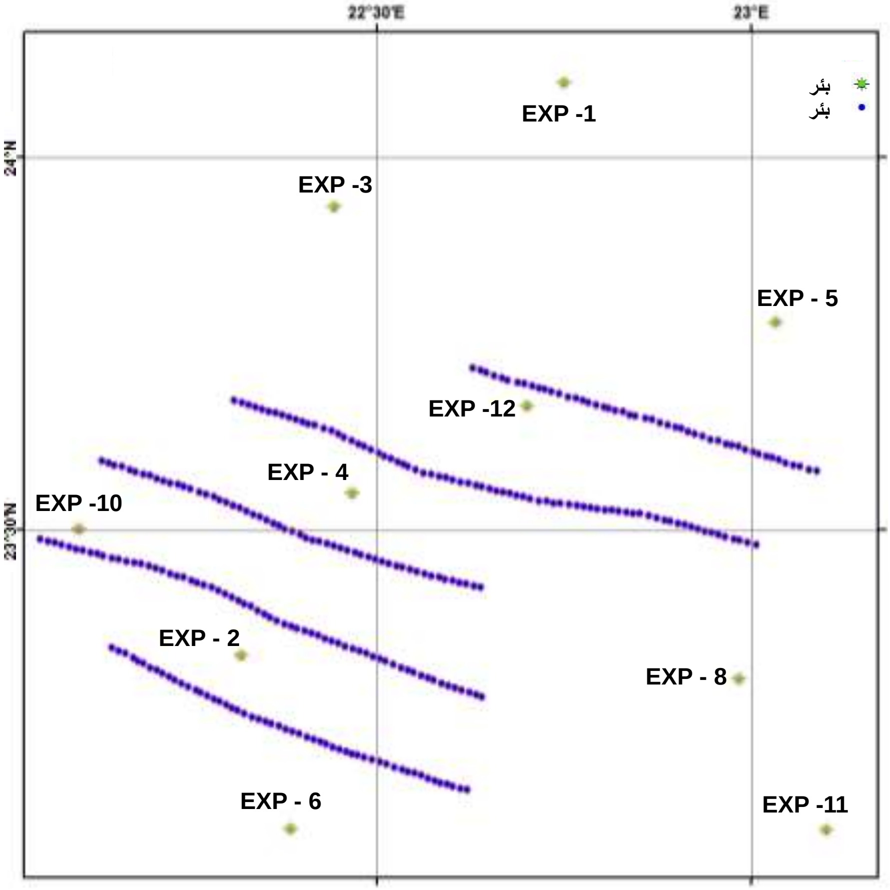


شكل (4-56) حقل آبار غدامس

4-2-5- منظومة الكفرة/ تازربو

تهدف هذه المنظومة إلى نقل 1.68 مليون متر مكعب من المياه يومياً وذلك بربط حقل الآبار المزمع إقامته بمنطقة الكفرة بأنابيب نقل مياه المرحلة الأولى بتازربو بواسطة خط جديد. كما تهدف المرحلة إلى ربط خزان التجميع والموازنة باجدابيا بمدينة طبرق.

المنظومة تشمل حفر 300 بئراً إنتاجية جنوب غرب الكفرة موزعة على 5 خطوط مائلة في الإتجاه شمال غرب – جنوب شرق. المسافة بين الآبار تتراوح ما بين 1.3 إلى 1.5 كيلومتر، والمسافة بين الخطوط حوالي 10 كيلومتر، والإنتاجية المحددة لكل بئر حوالي 75 لتر/ ثانية (شكل 4-57).



شكل (4-57) حقل آبار الكفرة

4-2-6- منظومة اجدابيا/ طبرق

من المستهدف تزويد مدينة طبرق والمناطق المجاورة لها بالمياه بمعدل 136 ألف متر مكعب يومياً من منظومة السرير/ سرت – تازربو/ بنغازي من خلال الفتحة المخصصة لذلك بخزان اجدابيا.

علماً بأن الدراسات خلصت إلى إمكانية تخصيص كمية مياه تتراوح ما بين 600 إلى 700 ألف متر مكعب من مياه منظومة الكفرة/ تازربو للمناطق الشرقية عبر منظومة اجدابيا/ طبرق.

لقد ساهم مشروع النهر الصناعي في حل أزمة المياه التي كانت تعاني منها المدن الليبية الساحلية خاصة مدينة طرابلس وبنغازي. وقد لوحظ في الفترة الأخيرة توقف الإمداد المائي من حين إلى أخر لمددد زمنية تتراوح ما بين عدة أيام إلى عدة أسابيع نتيجة حدوث أعطال بمحطات الكهرباء التي تزود حقول الأبار ومحطات الضخ بالكهرباء، وأثناء صيانة الخزانات والتسرب الذي يحدث في بعض الأحيان في الوصلات والأنابيب، بالإضافة إلى الاعتداءات على خطوط المنظومة من خلال التوصيلات غير الشرعية. كل هذه المشاكل بالإضافة إلى عدم الوصول إلى ضخ كمية المياه التصميمية للحقول (28% من إجمالي الكمية) سيزيد من تكاليف نقل المياه.

جدول (4-39) يوضح وضعية الآبار بحقول النهر الصناعي، وجدول (4-40) يوضح كميات المياه المستهدفة والمنتجة، وذلك بناءً على ما ورد في تقرير جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي المعد في سبتمبر 2018م.

جدول (4–39) وضعية الآبار بحقول النهر الصناعي (2018م)

المنظومة	الحقل	عدد الآبار المستهدفة	الآبار المنتجة	الآبار العاطلة	الآبار تحت الصيانة
السرير/ سرت–تازربو/ بنغازي	السرير	159	73	10	28
	تازربو	108	42	50	13
الحساونة/ سهل الجفارة	شرق وشمال شرق جبل الحساونة	476	283	---	---
غدامس/ زوارة–الزاوية	غدامس	106	3	1	---
الاجمالي		**849**	**401**	**61**	**41**

جدول (4–40) إنتاجية الآبار بحقول النهر الصناعي (2018م)

المنظومة	الحقل	الإنتاج المستهدف (م^3/اليوم)	الإنتاج الحالي (م^3/اليوم)	الإنتاج الحالي (م^3/الشهر)	اجمالي الإنتاج (م^3/السنة)
السرير/ سرت–تازربو/ بنغازي	السرير	1000000	486000	13212000	*113114000
	تازربو	1000000	350000	11426000	*80736000
الحساونة/ سهل الجفارة	شرق وشمال شرق جبل الحساونة	2000000	1200000	---	---
غدامس/ زوارة–الزاوية	غدامس	252000	5930	164202	★821000

* حتى نهاية شهر اغسطس 2018م ★ من شهر 7 وحتى 2018/11م

4-3- الموارد المائية غير التقليدية

تعتبر موارد المياه غير التقليدية مهمة جداً خاصة في المناطق التى تعاني ندرة وشح المياه التقليدية المتجددة، حيث يمكن أن تلعب مياه التحلية دوراً مهماً في سد الاحتياجات المائية لأغراض الشرب والصناعة. كما يمكن أن تلعب مياه الصرف الصحي دوراً مهماً في توفير مصدر مائي يمكن إستخدامه في ري بعض المحاصيل الزراعية خاصة الأعلاف والمسطحات الخضراء والحدائق والغابات. كما يمكن أن تساهم معالجة هذه المياه في حماية البيئة والحد من تأثيرات المياه الملوثة السلبية على الصحة العامة والموارد الطبيعية.

إن محدودية الموارد المائية التقليدية المتاحة، وزيادة معدلات الاستهلاك بشكل كبير، بالإضافة إلى مشاكل التلوث، سبب في ظهور مؤشرات تدل على تدهور الوضع المائي، هذا الوضع ينذر بحدوث أزمة مياه ستزداد حدة بمرور الزمن إذا أخدنا في الاعتبار بأن كمية المياه العذبة محدودة وأغلبها تأتي من خزانات جوفية غير متجددة وأن المصادر المتاحة اقتصادياً في بعض الأحواض خاصة الشمالية تم تنميتها للحد الأقصى مند سنوات، وأن الطلب على المياه يزداد باستمرار استجابة للنمو السكاني وما يصاحبه من توسع عمراني متسارع وتوسع في الأنشطة الزراعية والصناعية، هذا يستوجب الإهتمام بتنمية الموارد المائية غير التقليدية مثل تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي لأنها تمثل موارد مياه إضافية.

4-3-1- تحلية مياه البحر

لمواجهة هذه التحديات، كان لابد لنا من التوجه نحو تحليه مياه البحر، حيث تعتبر تحلية مياه البحر من أهم البدائل التى يمكن أن تساهم في مواجهة مشاكل الإمداد المائي التى تعاني منها البلاد، ومصدراً هاماً للإمداد المائي المستقبلى وخيار إستراتيجي خصوصاً في المناطق الواقعة على طول امتداد الشريط الساحلي.

أ- العوامل المساعدة لإستخدام تقنيات تحلية المياه في ليبيا

تعتبر تحلية مياه البحر من أهم البدائل التى يمكن أن تساهم في تغطية جزء كبير من العجز المائي ومصدراً هاماً في الإمداد المائي المستقبلى وخيار إستراتيجي خصوصاً في المناطق الواقعة على طول امتداد الشريط الساحلي وذلك للأسباب التالية:

- وجود عجز في الموازنة المائية بين المتاح من المصادر التقليدية والاستهلاك.
- وجود عجز في الإمداد المائي للأغراض الحضرية في معظم المدن الليبية.
- تناقص حصة الفرد من المياه المتجددة حتى أصبحت أقل من 100 متر مكعب سنوياً، كما أن حصة الفرد من كل المياه الجوفية المتاحة (العذبة المتجددة وغير المتجددة) أصبحت أقل من المعدل الذي حددته الأمم المتحدة (1000 متر مكعب سنوياً) لقياس مستوى الفقر المائي للدول.
- تزايد الطلب الكبير على المياه.
- موقع ليبيا المطل علي البحر المتوسط وبشريط ساحلي يصل إلى حوالي 1950كم.
- وجود المدن ذات الكثافة السكانية علي الساحل (يقطنها أكثر من 80% من سكان ليبيا).
- توفر مياه البحر وبكميات غير محدودة وخالية من المخلفات الصناعية.
- تطور تقنيات التحلية وزيادة عمر مكوناتها وتيسر عمليات تشغيلها وانخفاض تكلفتها.
- توفر خبرة تراكمية في هذا المجال.
- توفر مصادر الطاقة بتكلفة رخيصة نسبياً.

- قدرة التحلية على توفير مصدر متجدد يضاف إلى المصادر التقليدية ويساهم في المحافظة على موارد المياه الجوفية.

إن هذه العوامل المشجعة تجعل من التحلية مصدراً هاماً للإمداد المائي في المستقبل وكخيار إستراتيجي خصوصاً في المناطق الواقعة على طول الشريط الساحلي.

ب- تطور استخدام تقنيات تحلية المياه في ليبيا

كانت البداية مع تحلية مياه البحر في عام 1962، حيث أنشـــئت أول محطة لتحلية مياه البحر في مدينة الســـدرة لتزويد شـــركة أســـو النفطية بالمياه العذبة، وفي بداية ســبعينيات القرن الماضـــي تم تنفيذ مجموعة من محطات تحلية المياه ذات ســـعات محدودة بلغ إجمالي ســـعاتها نحو 127900 متر مكعب/اليوم (46.68 مليون متر مكعب/الســـنة) من المياه المحلاة تتوزع على امتداد ســاحل البحر المتوســط ابتداءً من مدينة طـــبـــرق شـــــرقـــاً إلـــى مـــديـــنـــة زوارة غـــربـــاً. ونظرا لزيادة الطلب على المياه، خلال الفترة من 1980م إلى 2000م تم تنفيذ عدد آخر من محطات تحلية المياه، غير أن اســـتخدام تقنية تحلية مياه البحر كانت على نطاق محدود بالرغم من أنها شـــهدت في بعض الفترات نمواً ملحوظاً. معظم المحطات المنفذة خلال هذه الفترة تدار من قبل الشركة العامة للكهرباء.

لقـد بلغـت السـعات التراكميـة لمحطـات التحليـة المنفـذة خـلال الفتـرة مــن 1977م إلــى 2017م حــوالي 3.241 مليــون متــر مكعــب/اليوم (1182.92 مليــون متــر مكعب/الســنة)، شــكل (4-58) يبــين إنتــاج الميــاه الســنوي لمحطــات التحليــة خــلال الفتــرة مــن 1992 إلــى 2017م.

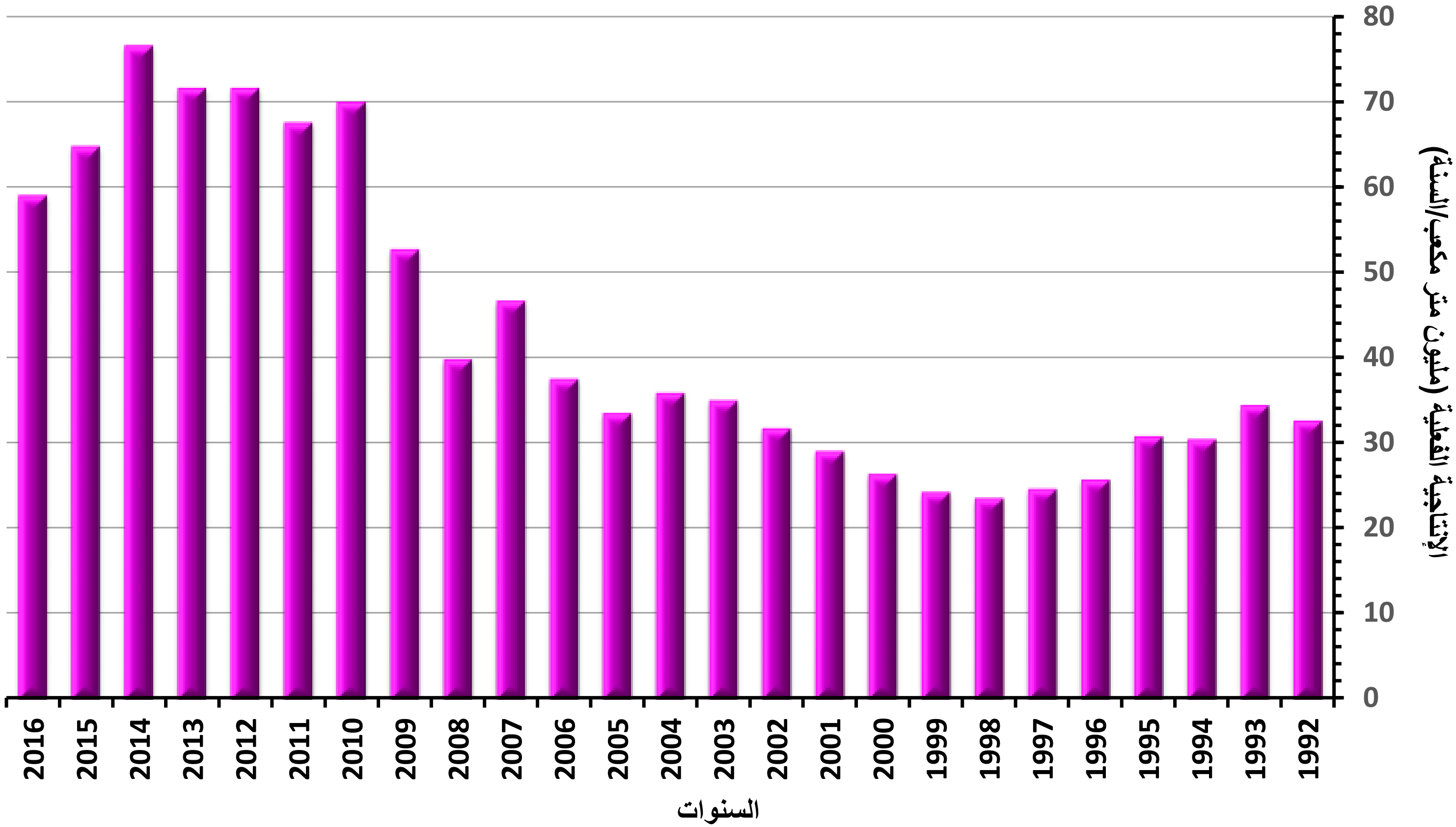
ولكن توقفت معظم محطات التحلية عن العمل وتدني معدلات إنتاج بعضها نتيجة لتجاوز أغلب المحطات العمر الافتراضي، واحتياج عدد من المحطات إلى الصيانة من الأعطال بشكل دائم جعل مساهمة التحلية كمورد مائي محدود جداً.

في سنة 2007م تم انشاء الشركة العامة لتحلية المياه (قرار رقم 924 لسنة 2007م) تتولى مهمة تنفيذ الخطط والبرامج في مجال تحلية المياه وتشرف على إدارة وتشغيل وصيانة محطات تحلية مياه البحر على طول امتداد الساحل الليبي.

عدد محطات التحلية التى كانت تشرف على إدارتها الشركة العامة لتحلية المياه مند سنة 2008م وصل إلى 8 محطات فقط، قدر إجمالي إنتاجيتها التصميمية حوالي 142.4 مليون متر مكعب/السنة ولكن ما يتم إنتاجه فعلياً خلال الفترة من 2009 إلى 2016 يتراوح ما بين 47 إلى 76 مليون متر مكعب/السنة أي ما يعادل 33% إلى 54% من الإنتاجية التصميمية للمحطات العاملة.

جدول (4-41) يبين محطات التحلية التابعة للشركة العامة لتحلية المياه، وإنتاجياتها التصميمية والفعلية وإجمالي ما تم إنتاجه من مياه محلاة خلال السنوات من 2009 إلى 2016م.

وفقاً لتقرير الشركة العامة للمياه والصرف الصحي (2020)، قدرت كميات مياه البحر المحلاة الموزعة عبر الشبكات العامة لعام 2020 بحوالي 22.222 مليون متر مكعب، أي ما يعادل حوالي 6٪ من إجمالي الإمداد المائي للأغراض المنزلية



شكل (4-58) الإنتاج السنوي من المياه لمحطات التحلية خلال الفترة من 1992 إلى 2016

جدول (4-41) بيانات محطات التحلية التابعة للشركة العامة لتحلية المياه (2009-2016)

المحطة	القدرة التصميمية		الإنتاجية (مليون متر مكعب/السنة)								
	م^3/اليوم	م م^3/السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	الإجمالي
طبرق	40000	14.60	13.01	12.819	13.177	13.670	13.649	13.015	11.984	10.928	102.252
خليج البمبة	30000	10.95	3.976	3.694	1.648	0.751	0.190	0.023	---	---	10.282
درنة	40000	14.60	1.262	1.285	12.850	13.565	13.515	13.301	11.554	11.183	78.515
سوسة 1	10000	3.65	---	---	0.380	0.0130	0.486	0.839	0.177	0.190	2.085
سوسة 2	40000	14.60	4.463	4.078	11.732	12.109	13.406	11.237	10.159	9.890	77.074
ابوترابة	40000	14.6	12.770	12.573	12.286	11.410	11.259	9.013	8.104	6.825	84.240
زليتن	30000	10.95	8.475	8.351	3.574	1.910	2.118	1.551	0.051	4.798	30.828
الزاوية	80000	29.20	---	---	4.698	10.925	13.096	10.849	11.119	10.655	61.342
زوارة 1	40000	14.60	4.823	4.665	7.060	7.139	8.749	2.460	0.030	0.000	34.926
زوارة 2	40000	14.60	---	---	---	---	---	2.353	5.733	4.185	12.271
الإجمالي	390000	142.35	48.779	47.465	67.405	71.492	76.468	64.641	58.911	58.654	493.815

هذا وتجدر الإشارة إلى أن مخطط الشركة العامة لتحلية المياه يتضمن تنفيذ عدد 15 محطة تحلية مياه بإنتاجية تصميمية تتراوح ما بين 30000 الى 500000 متر مكعب/اليوم على مرحلتين خلال الفترة من 2014 إلى 2025م. قدر إنتاجية محطات المرحلة الأولى بحوالي 135.1 مليون متر مكعب/السنة والمرحلة الثانية بحوالي 593.1 مليون متر مكعب/السنة بإجمالي 728.2 مليون متر مكعب/السنة. هذا المخطط بني على أساس:

- تعداد السكان لسنة 2006م.
- معدل النمو السكاني 1.85%.
- معدل استهلاك الفرد من المياه 350 لتر/اليوم.
- إضافة 10% للاغراض الصناعية والسياحية.

4-3-2- مياه الصرف الصحي المعالجة

أولت ليبيا إهتماماً خاصاً لقطاع الصرف الصحي منذ بداية الستينيات وحتى نهاية التسعينيات، حيث أنشئت العديد من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مواقع مختلفة وبالسعات المطلوبة لكل مدينة أو قرية أو تجمع سكاني في ضوء معدلات النمو وكميات استهلاك المياه. كما تم انشاء محطات لمعالجة مياه الصرف في جميع المصانع الكبيرة.

بدأ انشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي في أوائل الستينيات، ومنذ ذلك الحين، أصبح تطوير مياه الصرف الصحي ممكناً في معظم مدن البلاد الشمالية. تتضمن تقنية المعالجة المستخدمة المرشحات المتقطرة والحمأة المنشطة بتعديلاتها المختلفة. يبين جدول (4-42) محطات معالجة مياه الصرف الصحي خلال الفترة من 1964 إلى 1990. بلغت الطاقة التصميمية التراكمية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي

المركبة 20000 م^3/اليوم في عام 1965، 66510 م^3/اليوم في عام 1975، 223885 م^3/اليوم في عام 1985 ، وأصبحت 391735 م^3/اليوم في عام 1995. إجمالي عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنفذة وفقاً للشركة العامة للمياه والصرف الصحي في عام 2010 هو 53 محطة، منها 14 محطة عاملة و 14 محطة بحاجة إلى صيانة و 25 محطة عاطلة (منتهية الصلاحية).

بناءً على بيانات الشركة العامة للمياه والصرف الصحي لسنة 2010م وصل العدد الإجمالي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي المنفذة إلى حوالي 53 محطة، منها 14 محطة فقط تعمل و 14 محطة تحتاج لصيانة و25 محطة منتهية أو متهالكة (لا تعمل ولا يمكن صيانتها). جدول (4−43) يوضح بيانات محطات معالجة مياه الصرف الصحي التى كانت تعمل في عام 2010 وإنتاحياتها التصميمية والفعلية.

لقد قدر إجمالي الإمداد المائي خلال سنة 2010م بحوالي 598 مليون متر مكعب/السنة، وإجمالي كمية مياه الصرف الصحي المطلوب معالجتها حوالي 483 مليون متر مكعب/السنة، وقدر ما كان يتم معالجته من مياه الصرف الصحي بحوالي 53 مليون متر مكعب/السنة. أي أن نسبة المياه المعالجة فعلياً إلى إجمالي كمية المياه المطلوب معالجتها تمثل حوالي 11٪ فقط، والباقي والذي قدر بحوالي 430 مليون متر مكعب/السنة يتم صرفه دون معالجة.

حالياً أصبح عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تعمل محدود جداً، ومعظمها متهالكة أو تعاني من مشاكل فنية، والصالح منها تعمل بشكل جزئي (تعمل بكفاءة متدنية جداً).

أما في عام 2015م فقدر الإمداد المائي بحوالي 649 مليون متر مكعب/السنة، وإجمالي كمية مياه الصرف الصحي المطلوب معالجتها حوالي 519 مليون متر مكعب/السنة. ولكن ما يتم معالجته من مياه الصرف الصحي لا يتجاوز 25 مليون

متر مكعب في السنة، أي أن نسبة ما يتم معالجته فعلياً يمثل حوالي 5٪ فقط من إجمالي كمية المياه المطلوب معالجتها، والباقي والذي قدر بحوالي 488 مليون متر مكعب يتم صرفه دون معالجة.

من خلال المعلومات المتحصل عليها من جهاز تنفيذ مشروعات الإسكان والمرافق سنة 2010م إنه سيتم انشاء حوالي 28 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي قدر إجمالي سعاتها التصميمية بحوالى 735 الف متر مكعب/اليوم.

وبحسب ما ورد في تقرير الشركة العامة للمياه والصرف الصحي (2020)، فإن كميات مياه الصرف الصحي التي تصل إلى محطات المعالجة العاملة خلال 3 أشهر من عام 2020 قدرت بحوالي 22.07 مليون متر مكعب. أما كمية المياه المعالجة التي تنتجها هذه المحطات خلال هذه الفترة فقد قدرت بحوالي 3.91 مليون متر مكعب. أي أن نسبة ما يتم معالجته من مياه الصرف الصحي إلى إجمالي كمية المياه المستلمة حوالي 17.7٪ (جدول 4-44).

قدر استهلاك المياه للأغراض الحضرية في عام 2020 بحوالي 768 مليون متر مكعب/السنة، وقدرت الكمية المتوقعة من مياه الصرف الصحي المراد معالجتها بحوالي 537 مليون متر مكعب/السنة. عليه بناءً على البيانات المذكورة أعلاه فإن نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة لا تزيد عن 3٪ من إجمالي كمية مياه الصرف الصحي المراد معالجتها. أي أن أكثر من 500 مليون متر مكعب/السنة من مياه الصرف الصحي غير المعالجة يتم تصريفها في البحر أو على سطح الأرض أو في الوديان الموسمية.

جدول (4-42) محطات معالجة مياه الصرف الصحي خلال الفترة من 1964 إلى 1990

موقع المحطة	السعة التصميمية (م^3/ يوم)	تاريخ الانشاء	نوع المحطة	ملاحظات
المرج	1,800	1964	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
درنة	4,530	1965	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
القوارشة – بنغازي	27,000	1965	مرشحات بيولوجية	تم تجديد المحطة وتعمل حالياً بكفاءة منخفضة
الهضبة – طرابلس	27,000	1966	مرشحات بيولوجية	تم تجديد المحطة وتعمل
مصراتة	1,350	1967	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
المرج	1,800	1972	حمأة منشطة	لم تستكمل
غريان	3,000	1975	حمأة منشطة	متوقفة
صبراتة	4,000	1976	حمأة منشطة	حالياً متوقفة
زليطن	6,000	1976	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
الزاوية	6,800	1976	حمأة منشطة	لم تستعمل و جاري إعداد دراسة لإعادة تأهيلها
الهضبة (مرحلة 2) طرابلس	110,000	1977	حمأة منشطة	حالياً تحت التجديد و الصيانة
القوارشة (مرحلة 2 + 3) بنغازي	81,000	1977	حمأة منشطة	متوقفة – تحت إجراءات التعاقد لإعادة تأهيها
جنزور	6,000	1977	حمأة منشطة	أعيد تأهيلها – تعمل حالياً
غدامس	3000	1977	برك ترسيب	متوقفة وتم استلام التصاميم اللازمة لإعادة التأهيل
القريات الشرقية	500	1978	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
القريات الغربية	1,250	1978	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
طبقة	1,250	1978	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)

يتبع جدول (4-42)

موقع المحطة	السعة التصميمية (م^3/ يوم)	تاريخ الانشاء	نوع المحطة	ملاحظات
الشويرف	1,250	1978	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
6 محطات بأوباري	6000	1970	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
6 محطات بوادي الشاطئ	6000	1970	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
3 محطات بمرزق	3000	1970	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
مسلاتة	3,400	1980	حمأة منشطة	منتهية (مخردة) – و تم تنفيذ مشروع تجديد
زوارة	41,550	1980	حمأة منشطة	متوقفة – عدم وجود شبكة
سبها	47,000	1980	حمأة منشطة	المرحلة الأولى تعمل بكفاءة متدنية .
تمنهنت	1000	1980	أحواض مهواة	تعمل بشكل عادي
عين زارة – طرابلس	110,000	1981	حمأة منشطة	تم التعاقد على استكمالها
أبو هادي	1,000	1981	حمأة منشطة	تشتغل بكفاءة متدنية و تستقبل مياه أكثر من سعتها
البيضاء	8,300	1982	حمأة منشطة	منتهية (مخردة)
طبرق	33,000	1982	حمأة منشطة	جاري أعمال استكمالها
مصراتة	24,000	1982	حمأة منشطة	تم تجديدها و تعمل حالياً
الحي الجماهيري – تاجوراء	1,500	1984	حمأة منشطة	تم إعادة تأهيلها سنة 2004
يفرن	1,725	1985	حمأة منشطة	تعمل بكفاءة متدنية
ترهونة	3,200	1988	حمأة منشطة	تعمل بكفاءة متدنية
البريقة الجديدة	3,500	1988	حمأة منشطة	تعمل بشكل جيد
اجدابيا	15,600	1989	حمأة منشطة	متوقفة وتم استلام التصاميم اللازمة لإعادة التأهيل

جدول (4-43) محطات معالجة مياه الصرف الصحي العاملة في 2010م

موقع المحطة	السعات التصميمية (م^3/اليوم)	الكمية الفعلية المعالجة (م^3/اليوم)	ملاحظات
الهضبة (المرحلة -1) + تاجوراء	28000	28000	للأغراض الزراعية
انجيلة / جنزور	6000	2400	تصرف في اراضي عامة
غريان	3500	3600	تصرف في مجاري الأودية
يفرن	1750		
مسلاتة	6000	8000	
ترهونة	3200		
مصراته	24000	24000	للأغراض الزراعية
مدينة سرت	26000	24000	للأغراض الزراعية
قصر ليبيا / الجبل الاخضر		12000	
الدبوسية/ درنة		800	
طبرق	17500	28000	
الجغبوب	17500		
مدينة سبها	15000	15000	مواصفات المياه غير جيدة وتصرف في البحيرة
الإجمالي		**145800**	

جدول (4–44) حالة وبيانات محطات معالجة مياه الصرف الصحي في 2020

موقع المحطة		السعة التصميمية (م3/اليوم)	حالة المحطة		كمية المياه التي تصل المحطة (م3/3 أشهر)	كمية المياه التي تم معالجتها (م3/3 أشهر)	مواقع صرف المياه المعالجة (م3/3 أشهر)		
			تعمل	عاطلة			مشاريع زراعية	البحر	سطح الأرض
طرابلس	الهضبة الخضراء 1	27,000		√	0	0			
	الهضبة الخضراء 2	110,000		√	2,044,176	0			
النجيلة		6,000	√		680,200	659,794	659,794		
تاجوراء		1,500		√	400,300	0			
مصراتة (السكت)		24,000	√		5,453,992	0			
ترهونة		3,000		√	571,360	0			
مسلاته		2,000		√	300,200	0			
سرت		20,000	√		620,000	601,400		601,400	
اجدابيا		15,000		√	0	0			
الكفرة		1,500		√	0	0			
سهل بنغازي	القوارشة 1	54,000		√	0	0			
	القوارشة 2	54,000		√	0	0			

يتبع جدول (4-44)

موقع المحطة		السعة التصميمية (م³/اليوم)	حالة المحطة		كمية المياه التي تصل المحطة (م³/3 أشهر)	كمية المياه التي تم معالجتها (م³/3 أشهر)	مواقع صرف المياه المعالجة (م³/3 أشهر)		
			تعمل	عاطلة			مشاريع زراعية	البحر	سطح الأرض
الجبل الأخضر	شمال البيضاء	2,507		√	562,926	0			
	مسه	2,507		√	77,717	0			
	قصر ليبيا	1,000	√		257,000	249,290			249,290
	شحات	6,743		√	1,419,660	0			
	قرنادة	2,507		√	616,422	0			
	الدبوسية	500	√		124,600	120,862			120,862
	درنة	370	√		107,770	104,537		10800	
	طبرق	18,000	√		1,998,000	1,938,060		1,938,060	
	الجغبوب	1,000	√		243,480	236,176			236,176
الجبل الغربي	غريان	3500		√	100,000	0			
	يفرن	1500		√	5,952,000	0			
الجنوب	سبها	15,000		√	5,952,000	0			
الإجمالي					22069803	3910119			

4-4- المياه الجوفية الساخنة

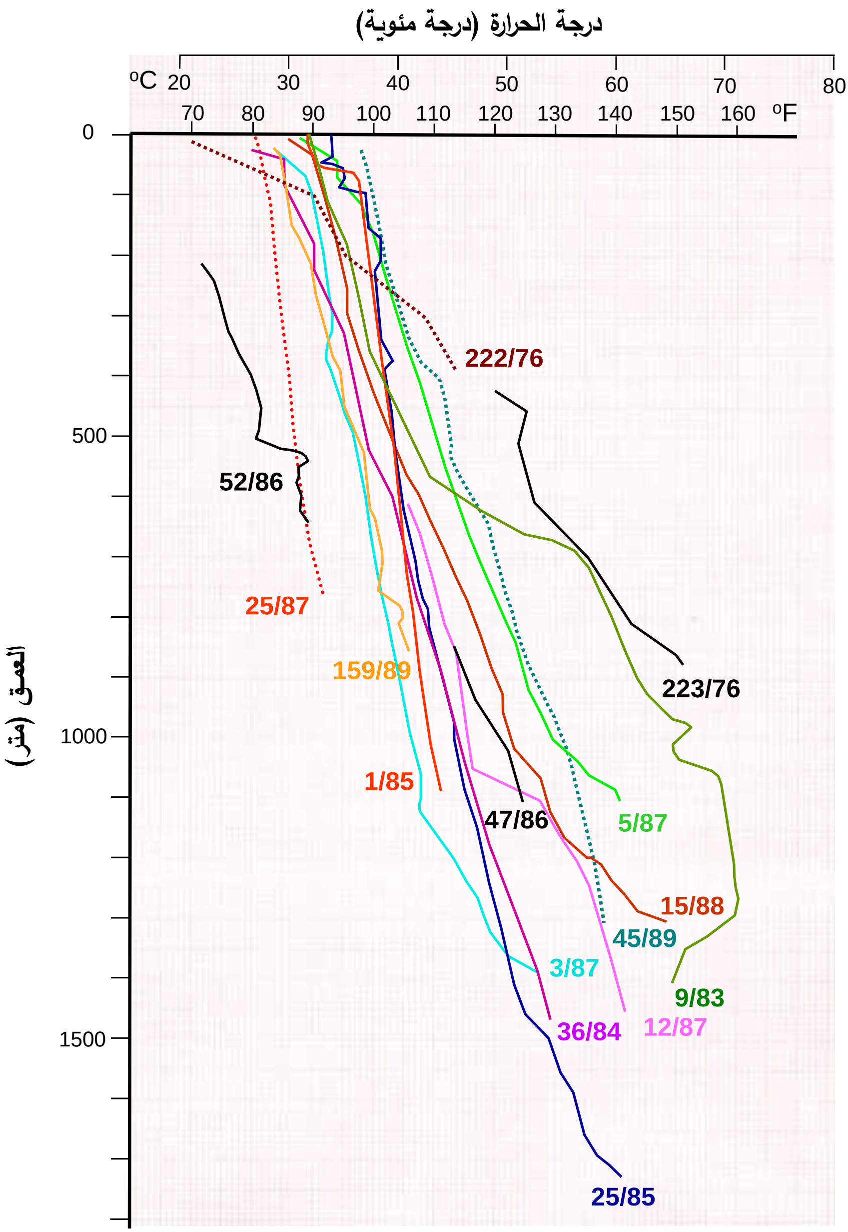
تتميز بعض الخزانات الجوفية في بعض المناطق الليبية بالخاصية الجيوحرارية، حيث يوجد عدد من الآبار المحفورة في هذه المناطق تخترق خزانات جوفية ذات مياه ساخنة. أغلب هذه الآبار وخاصة في المواقع التي تكون فيها المياه ذات حرارة عالية تتميز بتدفق ذاتي للمياه الجوفية، أو بقرب مناسيب المياه من سطح الأرض، وتعتبر هذه المياه من الناحية الاقتصادية مصدراً من مصادر الطاقة يمكن الاستفادة منها في مجالات مختلفة.

أثناء حفر بعض الآبار الإنتاجية والاختبارية بمناطق سهل الجفارة، وحوض غدامس – سوف الجين، وحوض سرت، تم إجراء سرود لدرجة الحرارة، شكل (4-59) يبين سجلات درجة الحرارة التي أجريت في بعض الآبار التي حفرت بهذه المناطق .

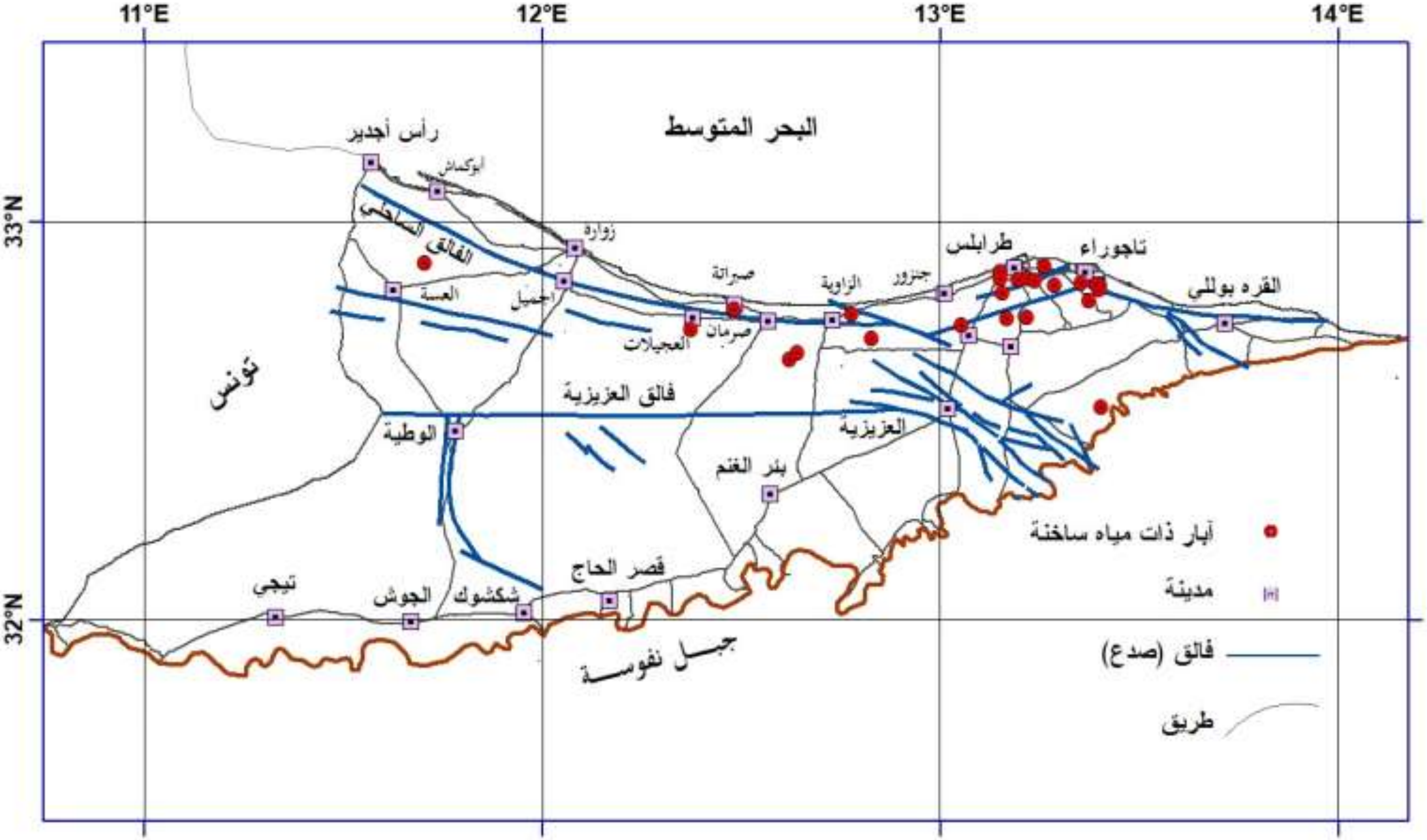
لقد تم الحصول على البيانات المستخدمة لدراسة الخصائص الجيوحرارية للمياه الجوفية بمناطق شمال غرب ليبيا، والتي تشمل سرود درجات الحرارة، والقياسات الميدانية لدرجات حرارة المياه أثناء إجراء تجارب الضخ لآبار المياه الاستكشافية والإنتاجية.

4-4-1- حوض سهل الجفارة

هناك عدد من الآبار المحفورة بمناطق متفرقة من سهل الجفارة تخترق خزانات جوفية ذات مياه ساخنة مواقعها مبينة في شكل (4-60)، وبياناتها موضحة في جدول (4-45). أما شكل (4-61) فيوضح علاقة درجة حرارة المياه المسجلة أثناء إجراء تجارب الضخ لبعض الآبار المحفورة بمناطق سهل الجفارة مع العمق المستغل والمتمثل في أعماق المصافي (أعماق منطقة الإنتاج) لهذه الآبار.



شكل (4-59) سرود الحرارة المسجلة في بعض الآبار المحفورة شمال غرب ليبيا



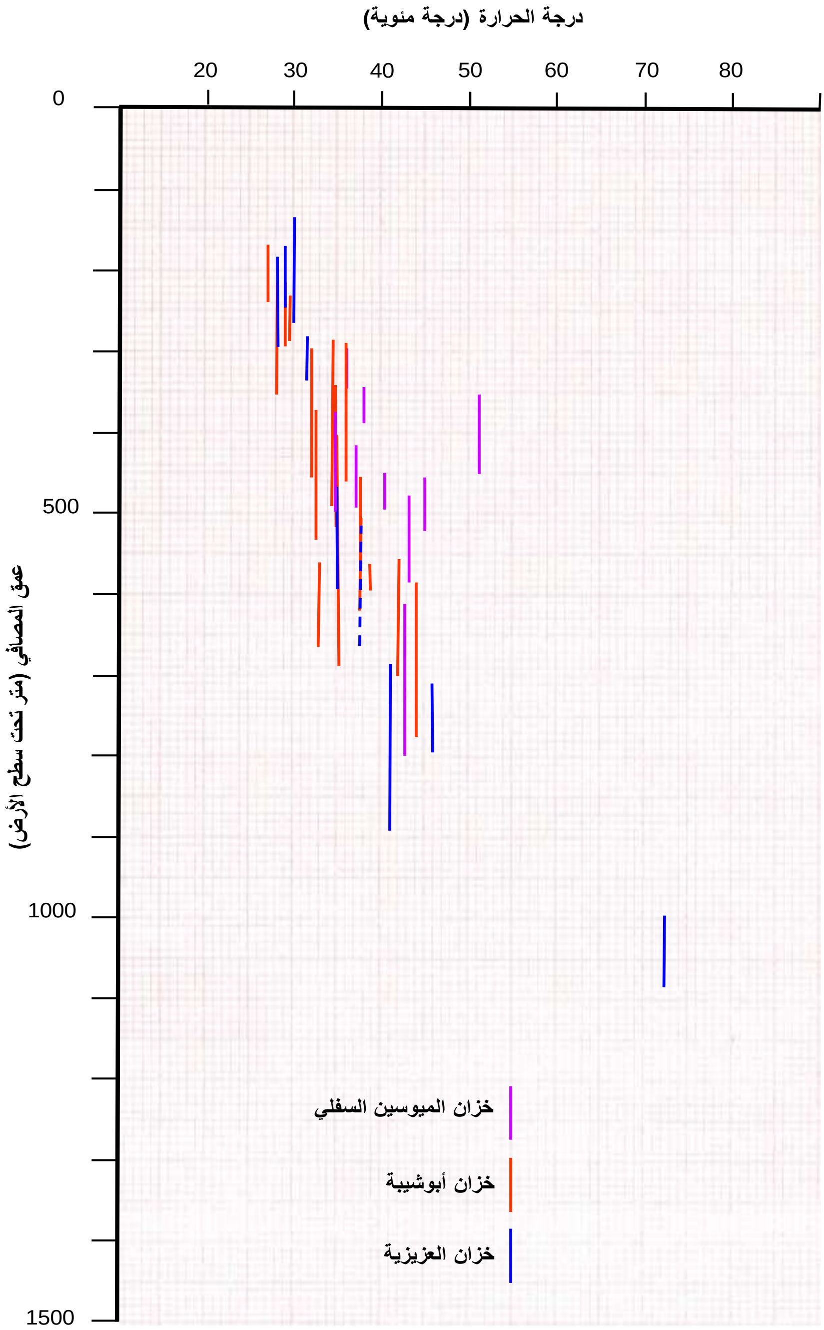
شكل (4-60) خريطة تبين موقع الآبار المنتجة لمياه جوفية ساخنة بسهل الجفارة

جدول (4-45) بيانات آبار المياه التي تنتج مياه جوفية ساخنة في منطقة سهل الجفارة

رقم البئر	الموقع	الخزان الجوفي	موقع المصافي (متر)	الإنتاجية (م^3/ساعة)	مستوى الماء (متر)	درجة حرارة المياه (م°)
2005/97	العسة	الميوسين	254	29	9.1+	37.3
2005/93	العسة	الميوسين	306	65	35+	35.5
83/134	تاجوراء	الميوسين	452- 345	45	0.58	51
84/370	أبوسليم	الميوسين	584 - 476	123	8.1+	43
88/250	طرابلس	الميوسين	499 - 375	109	29.1	34.9
4/1990/533	أبوسليم	الميوسين	494.3 - 452	163	15+	40.5
4/1990/618	طرابلس	الميوسين	493 - 417	61	17.07+	37
4/1990/160	باب قرقارش	الميوسين	544	140	50+	44
4/1990/391	طرابلس	الميوسين	491	--	42+	40
4/1990/392	طرابلس	الميوسين	740	--	42+	40
4/1990/292	عرادة	الميوسين	445	--	--	65
1/1990/457	تاجوراء	الميوسين	327	--	8+	55
80/177	طرابلس	الميوسين	345 - 296	79.2	1.5+	36
1/1890/117	الزاوية	الميوسين	485	270	42+	44
1/1890/116	الزاوية	الميوسين	500	157	30+	40
3/1890/120	الزاوية	الميوسين	389.6 - 345	--	20+	38
3/1890/121	الزاوية	الميوسين	800 - 615	7	--	42.8
1/1790/31	صبراتة	الميوسين	664	80	--	43

يتبع جدول (4-45)

رقم البئر	الموقع	الخزان الجوفي	موقع المصافي (متر)	الإنتاجية ($م^3$/ساعة)	مستوى الماء (متر)	درجة حرارة المياه (م°)
76/222	المطار	الميوسين	452 - 496	90	8.4+	45
1/1990/150	تاجوراء	أبو شيبة	480	225	56+	43
80/60	تاجوراء	أبو شيبة	588 - 770	174.96	4.95	44
80/61	تاجوراء	أبو شيبة	557.5- 696	199.98	5.44+	42
78/14	طرابلس	أبو شيبة	455 - 560	109.1	36.55	38
79/48	تاجوراء	أبو شيبة	563 - 597	133.5	2.7	39
78/211	عين زارة	أبو شيبة	519 - 343	80	17.25	35
78/213	جنوب	أبو شيبة	461 - 290	93.6	23.53	36
92/625	وادي الربيع	أبو شيبة	620 - 505	100	27	37.6
78/6	سوق الأحد	أبو شيبة	689 - 402	33.84	147.16	35
88/63	طرابلس	أبو شيبة	520 - 455	113	4+	45
76/223	عرادة	العزيزية	988 - 1082	140	36+	72.5
80/26	سوق	العزيزية	514 - 664.9	--	21.82	38
92/806	--	العزيزية	465 - 593	65	68.7	35
55//2/1790	العجيلات	العزيزية	872	120	45.3+	45
76/49	العجيلات	العزيزية	709 - 797.2	73.44	--	46
76/272	زلطن	العزيزية	685 - 889.5	201	25.1+	41.4



شكل (4-61) العلاقة بين درجة حرارة الماء وأعماق منطقة الإنتاج في آبار سهل الجفارة

تتراوح درجة حرارة المياه التي تم ضخها من الخزان الجوفي الميوسين السفلي في منطقة سهل الجفارة ما بين 40 إلى 65 درجة مئوية، خاصة في المناطق الواقعة شمال الفالق الساحلي الممتد موازياً للشريط الساحلي. يتراوح الميل الجيوحراري للآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان بمناطق طرابلس والزاوية ما بين 3.4 إلى 7.0 درجة مئوية لكل 100 متر، وقد يصل إلى حوالي 10 درجات مئوية لكل 100 متر في بعض المناطق بتاجوراء.

أما درجة حرارة المياه بالخزان الجوفي أبوشيبة فهي عادية، ولكن قد تتجاوز 30 درجة مئوية وقد تصل في بعض المناطق إلى حوالي 44 درجة مئوية، خاصة في المناطق التى يقع فيها هذا الخزان على أعماق كبيرة. يتراوح الميل الجيوحراري من خلال البيانات المتحصل عليها من الآبار المحفورة لأستغلال هذا الخزان بمناطق طرابلس وتاجوراء ما بين 2.3 إلى 3.7 درجة مئوية لكل 100 متر.
الخزان الجوفي العزيزية بالمناطق الواقعة شمال فالق العزيزية يتميز كذلك بوجود مياه ساخنة، حيث تتجاوز درجة حرارة المياه 40 درجة مئوية في الأجزاء الشمالية الغربية من سهل الجفارة، وتتراوح ما بين 50 إلى 72 درجة مئوية بمناطق شمال وسط الحوض، ويتراوح الميل الجيوحراري في هذه المناطق ما بين 2.4 إلى 4.8 درجة مئوية لكل 100 متر.

4-4-2- حوض غدامس – سوف الجين

درجة حرارة المياه عادية في أغلب مناطق الحوض ما عدا المناطق الواقعة بالقرب من النشاط الجيولوجي الحركي مثل منخسف هون شرق الحوض، ومناطق الفوالق بغدامس غرب الحوض، أو المناطق التي يتواجد فيها الخزان على أعماق كبيرة جداً. جدول (4-46) يوضح بيانات بعض الآبار التى تستغل الخزان الجوفي الطباشيري العلوي المتميزة بالخاصية الجيوحرارية.

جدول (4-46) بيانات آبار المياه التي تنتج مياه جوفية ساخنة من الخزان الجوفي الطباشيري العلوي

رقم البئر	الموقع	موقع المصافي (متر)	الإنتاجية ($م^3$/ساعة)	مستوى الماء (متر)	درجة حرارة المياه ($م^o$)
1185/2/8	غدامس	420 – 330	110	11.00 +	--
1285/3/10	غدامس	425 – 325	--	11.45 +	--
80/44	مصراتة	682 – 375	96.34	13.77 +	40
81/64	جنوب مصراتة	648 – 440	79	13.65 +	45
85/23	سوكنة	231 – 195	116	15.84	38.4
82/27	االفرجان	207 – 161	235	18.28	36
J1–B	الجفرة	--	450	0.60	39.8

تتجاوز درجة حرارة مياه الخزان الجوفي ككلة 40 درجة مئوية بمناطق جنوب غرب الحوض (غدامس)، وتتجاوز 50 درجة مئوية بمناطق شرق وشمال شرق الحوض، وقد تصل في بعض المناطق إلى 85 درجة

مئوية. يتراوح الميل الجيوحراري في هذه المناطق ما بين 2.4 إلى 4.8 درجة مئوية لكل 100 متر. جدول (4–47) يوضح بيانات بعض الآبار التى تستغل الخزان الجوفي ككلة المتميزة بالخاصية الجيوحرارية.

شكل (4–62) يوضح علاقة درجة حرارة المياه المسجلة أثناء إجراء تجارب الضخ للآبار الإنتاجية مع العمق المستغل والمتمثل في مواقع المصافي لهذه الآبار.

شكل (4–63) خريطة توضح توزيع درجة حرارة المياه بالخزان الجوفي ككلة بحوض غدامس – سوف الجين، والتى يتضح من خلالها بأن المنطقة القريبة من منخسف هون تتميز بدرجات حرارة عالية تتجاوز

60 درجة مئوية، وهذا يرجع إلى سببين رئيسيين هما الأعماق الكبيرة التى يقع عليها هذا الخزان، بالإضافة إلى تأثير النشاط الجيولوجي الحركي بالمنطقة.

من خلال ما هو متاح من بيانات تم تقدير الميل الجيوحراري للخزان الجوفي ككلة بمنطقة حوض غدامس – سوف الجين. (شكل 4–64) خريطة توضح الميل الجيوحراري للخزان الجوفي ككلة. يتراوح الميل الجيوحراري لهذا الخزان ما بين 1.6 إلى 4.5 درجة مئوية لكل 100 متر، وقدر أعلى ميل جيوحراري شرق منخسف هون ما بين 3.5 إلى 4.5 درجة مئوية لكل 100 متر، أما في المنطقة الجنوبية لمنخسف هون (هون و سوكنة) فيتراوح الميل الجيوحراري ما بين 2.9 إلى 3.7 درجة مئوية لكل 100 متر، يقل تدريجياً في الاتجاهات المختلفة حتى يصل إلى أقل من 2 درجة لكل 100 متر في بعض مناطق جبل نفوسة.

جدول (4-47) بيانات آبار المياه التي تنتج مياه جوفية ساخنة من الخزان الجوفي ككلة

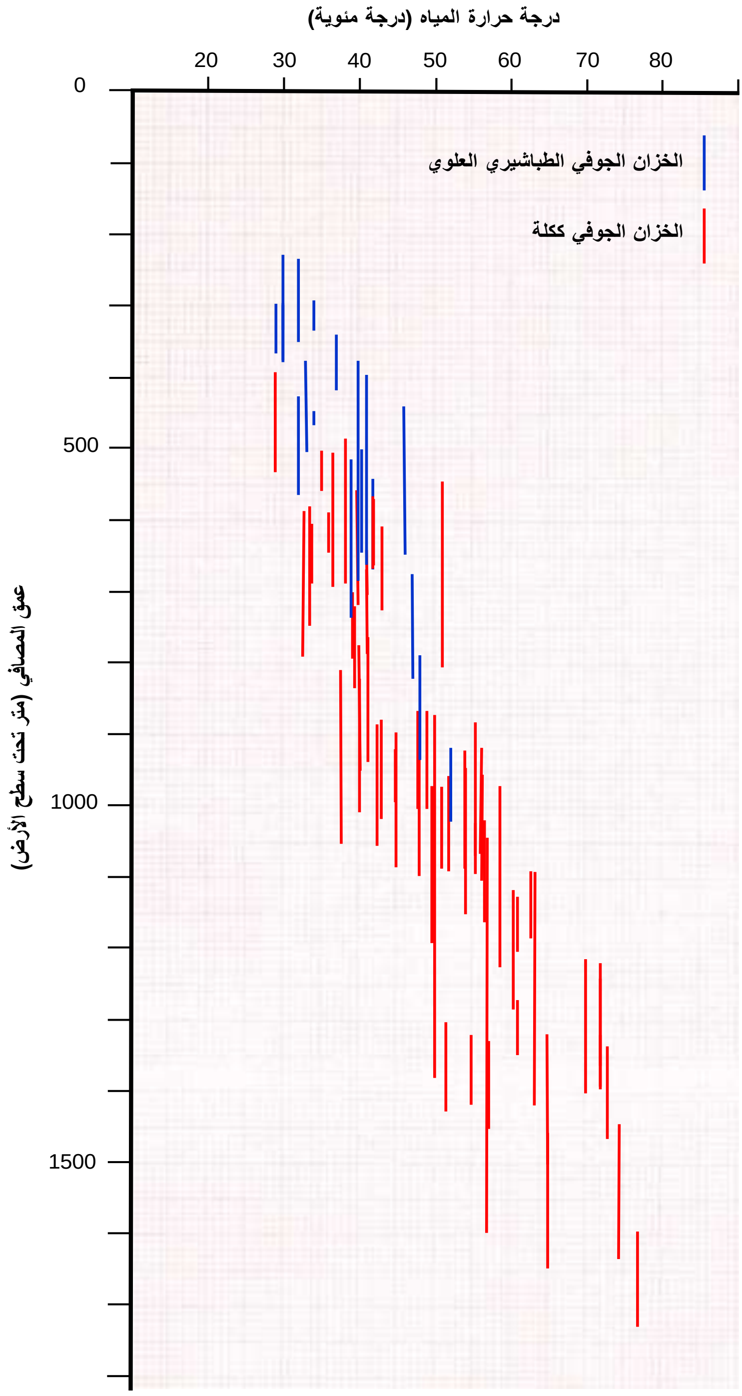
رقم البئر	الموقع	موقع المصافي (متر)	الإنتاجية ($م^3$/ساعة)	مستوى الماء (متر)	درجة حرارة المياه (م°)	الميل الجيوحراري
87/25	بئر مرحان	684 - 606	58	224.34	34.1	2.18
81/27	طبقة	749 - 668	72	237.6	41.5	2.79
83/98	طبقة	733 - 635	--	--	41	2.78
82/66	رأس الطبل	935 - 785	203	47.6	40	2.07
82/66	رأس الطبل	1347	--	--	48.1	2.04
81/11	القريات	778 - 664	49	283	41	2.62
81/138	القريات	665 - 568	74.88	182.5	42	3.22
83/96	القريات	655 - 642	60	185.4	41	3.11
83/97	القريات	660 - 633	74	220.2	41.8	3.21
81/31	فسانو	558 - 502	54	273.7	35	2.58
WG 22	غدامس	950 - 770	30	12.24+	40.2	1.92
80/203	غدامس	945 - 775	191.52	12.9+	43	2.06
99/160	غدامس	795 - 701	400	37.25+	39	2.14

تابع جدول (4-47)

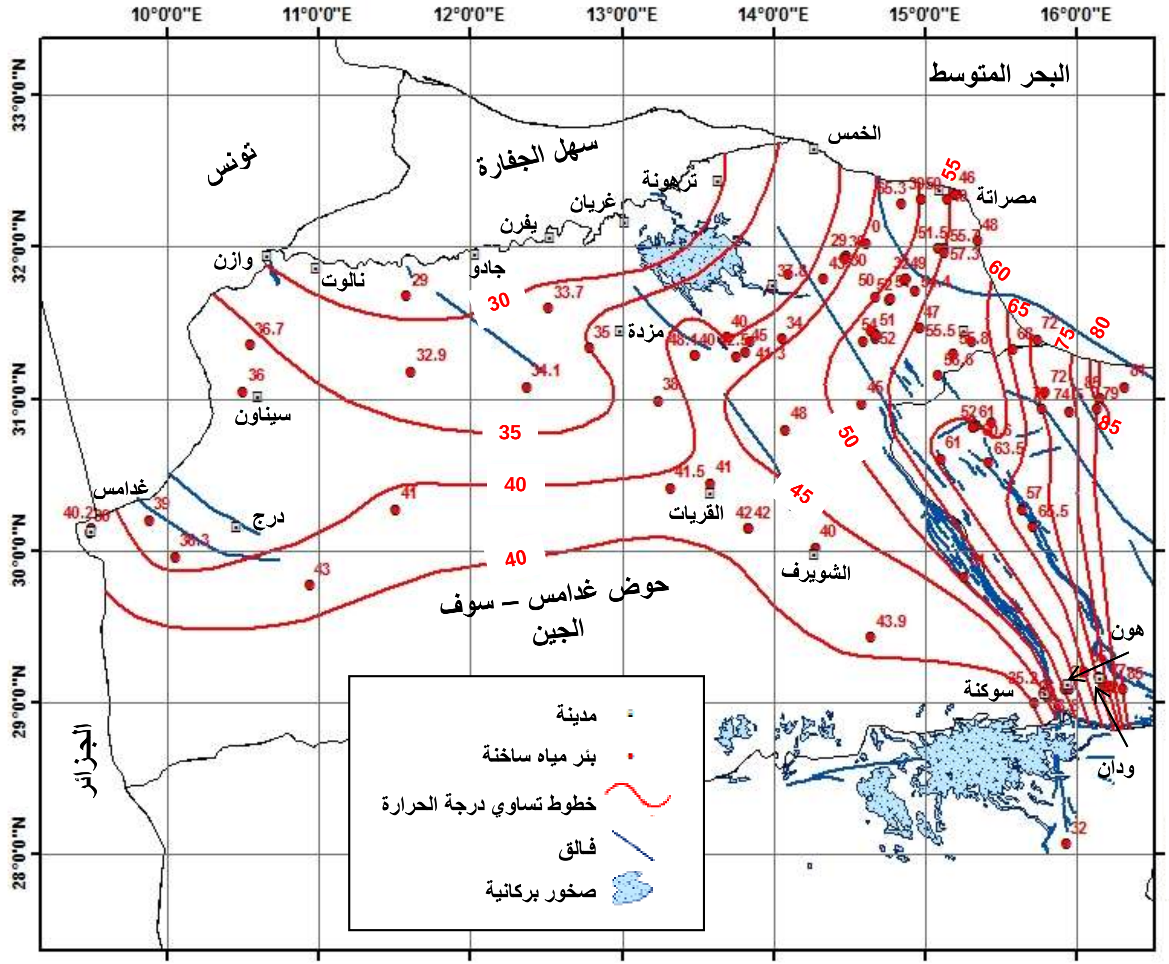
رقم البئر	الموقع	موقع المصافي (متر)	الإنتاجية (م^3/ساعة)	مستوى الماء (متر)	درجة حرارة المياه (م°)	الميل الجيوحراري
99/162	غدامس	645 - 580	156	17.46	36.3	2.22
78/64	سيناون	801 - 724	100	118	36	1.87
89/158	شمال سيناون	694 - 502	34.9	145.43	36.7	2.26
89/159	جنوب درج	725 - 606	86.4	251.59	43	3.03
76/208	الشويرف	721 - 587	44.3	78.1	40	2.69
2185/2	الشويرف	727 - 512	77.76	80.75	39	2.53
84/1	الشويرف	688 - 483	109	67.54	38	2.53
76/209	الشويرف	728 - 553	48	79.15	40	2.66
WS-2	وادي قرزة	995 - 922	88.2	32.19+	45	2.41
87/12	أبو نجيم	1413 1086	117.65	40.39	63.5	3.01
WH-2	الوشكة	1184 1080	68	85.15+	68	3.97
ZM-5.1	وادي زمزم	1223 - 969	220	48.55+	59	3.11
77/60	وادي زمزم	1065 - 915	176	40.39+	56.5	3.33
87/5	وادي زمزم	1068 - 878	192.96	23.51+	55.8	3.26
87/10	وادي زمزم	1054 - 952	125	49.48+	56.6	3.38
K-5	وادي تومالة	1088 1021	158.4	2.91+	55.5	3.17
76/88	السكت	1380 - 870	79.99	53.57	50	2.14
79/19	ودان	1464 1341	172	75.8+	73	3.55
79/20	ودان	1394 1318	479	80.06+	72	3.66
80/1	ودان	1500 1318	227	65.3+	65	2.93
88/13	ودان	1624	400	59.8+	72.5	3.08
88/14	ودان	1728 1594	225	57.4+	77	3.24
81/138	--	665 - 568	74.88	182.5	42	3.16
76/103	--	1095 - 891	120.6	39.74+	48	2.47
MR-7	وادي مردوم	1019 - 878	264	36.77+	43	2.16
83/3	وادي مردوم	1190 - 968	376	89.45+	50	2.44
78/12	بويرات الحسون	1415 1240	115	81.68+	72	3.64

تابع جدول (4-47)

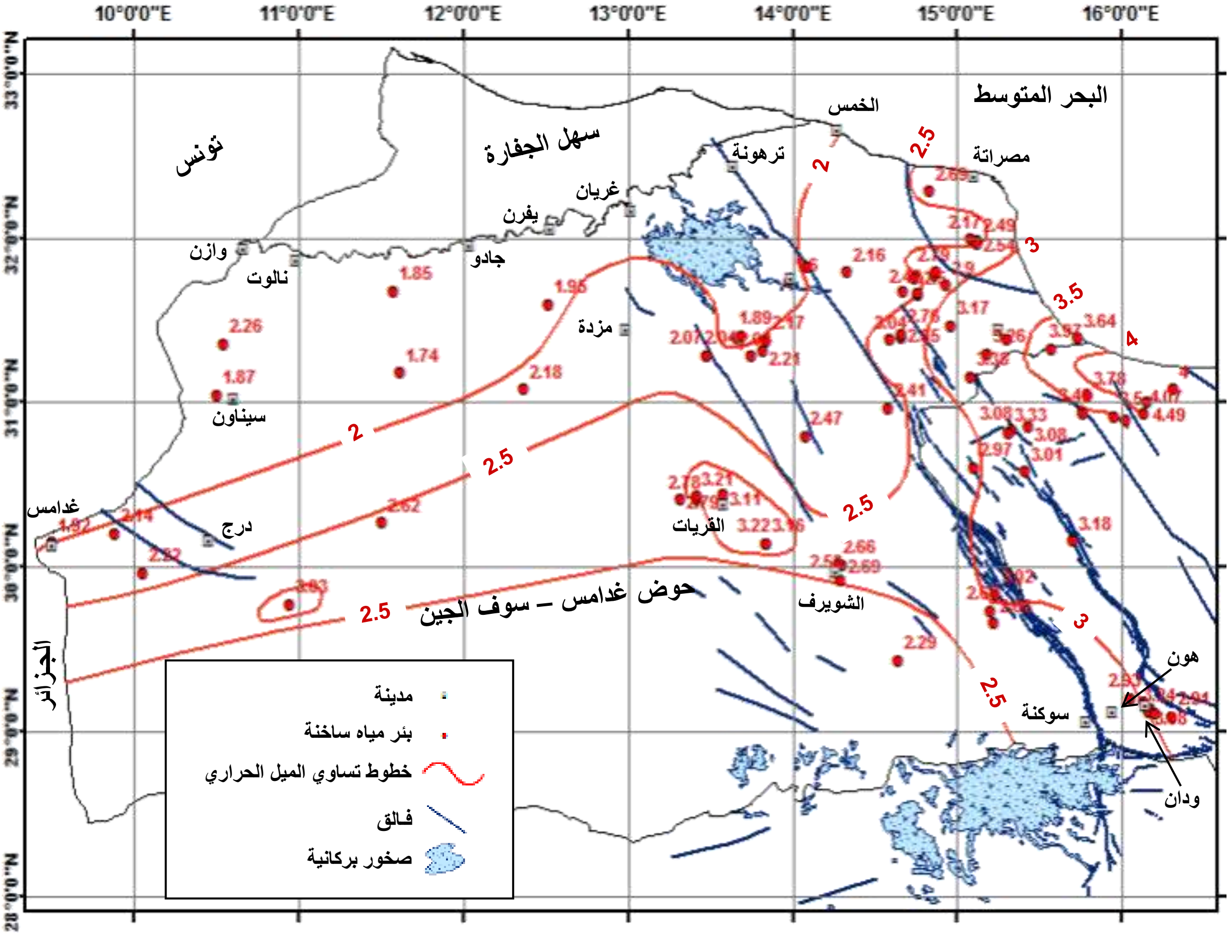
رقم البئر	الموقع	موقع المصافي (متر)	الإنتاجية ($م^3$/ساعة)	مستوى الماء (متر)	درجة حرارة المياه (م°)	الميل الجيوحراري
84/36	تاورغاء	1451 1325	274	62.87+	57.3	2.54
84/38	تاورغاء	1426 1300	385.2	54.4+	51.5	2.17
84/43	تاورغاء	1415 1319	320.4	63.13+	55.7	2.49
83/9	وادي بي الكبير	1530 1445	88	1.73+	74.5	3.50
83/10	وادي بي الكبير	1404 1211	280	60.01+	70	3.49
88/15	وادي بي الكبير	1287 1118	179.2	54.53+	60.6	3.08
89/45	وادي بي الكبير	1160 1017	138.46	46.48+	56.67	3.08
K-7	وادي بي الكبير	1202 1125	195.12	71.59+	61	3.33
K-8	وادي بي الكبير	1348 1270	152	47.9+	61	2.97
K-9	وادي نينا	769 - 667	214.2	27.1+	41.7	2.69
K-11	وادي زكير	1472 1406	73.19	59.10+	74	3.55
81/45	وادي نينا	760 - 577	82.8	3.2+	41	2.63
81/48	وادي نينا	794 - 607	86.4	26+	45	3.02
85/2	وادي سوف الجين	1089 - 954	194	10.54	52	2.85
85/3	وادي سوف الجين	1085 - 921	229.6	26	54	3.04
76/113	وادي سوف الجين	1003 - 864	270	10.60	48	2.69
K-6	وادي سوف الجين	1003 - 864	261	71.7+	49	2.79
81/1	بني وليد	857 - 714	135	34.7	41	2.33
83/21	بني وليد	837 - 719	178.2	18.5	39.5	2.21
83/19	بني وليد	1050 - 811	99.83	4.74+	37.8	1.60
85/10	نوه	1152 - 946	148.7	29.26	54.4	2.90
87/49	العزومي	1084 - 897	200	182+	45	2.21



شكل (4-62) العلاقة بين درجة حرارة المياه وأعماق المصافي (منطقة الإنتاج) بالخزان الجوفي ككلة



شكل (4-63) توزيع درجات حرارة المياه للخزان الجوفي ككلة بحوض غدامس – سوف الجين



شكل (4-64) الميل الجيوحراري للمياه الجوفية في الخزان الجوفي ككلة بحوض غدامس – سوف الجين

4-4-3- كيفية الاستفادة من المياه الساخنة

قامت العديد من دول العالم بتجارب ودراسات وابحاث للاستفادة من المياه الساخنة كمصدر من مصادر الطاقة الحرارية واستغلالها في مجالات مختلفة نذكر منها الأتي:

أ- الزراعة

اشتملت تجارب استغلال المياه الساخنة في المجالات الزراعية على التطبيقات التالية:

- تدفئة التربة.
- تدفئة وتكييف البيوت االمحمية.
- زراعة الفطريات.
- زراعة الأسماك.
- تربية الدواجن.

ب- الصناعة

أما في المجالات الصناعية يمكن الاستفادة من المياه الساخنة في التطبيقات التالية:

- تدفئة وتكييف المباني (المنازل والمدارس والمكاتب والفنادق).
- تجفيف الأسماك والفواكه والخضراوات ومنتجات الأخشاب.
- غسيل وتجفيف الاصواف.
- تجفيف المواد العضوية.

ج- العلاج

تستخدم المياه الساخنة في علاج بعض الأمراض والاستفادة منها كحمامات ساخنة.

4-5- التفريغ الطبيعي للمياه الجوفية

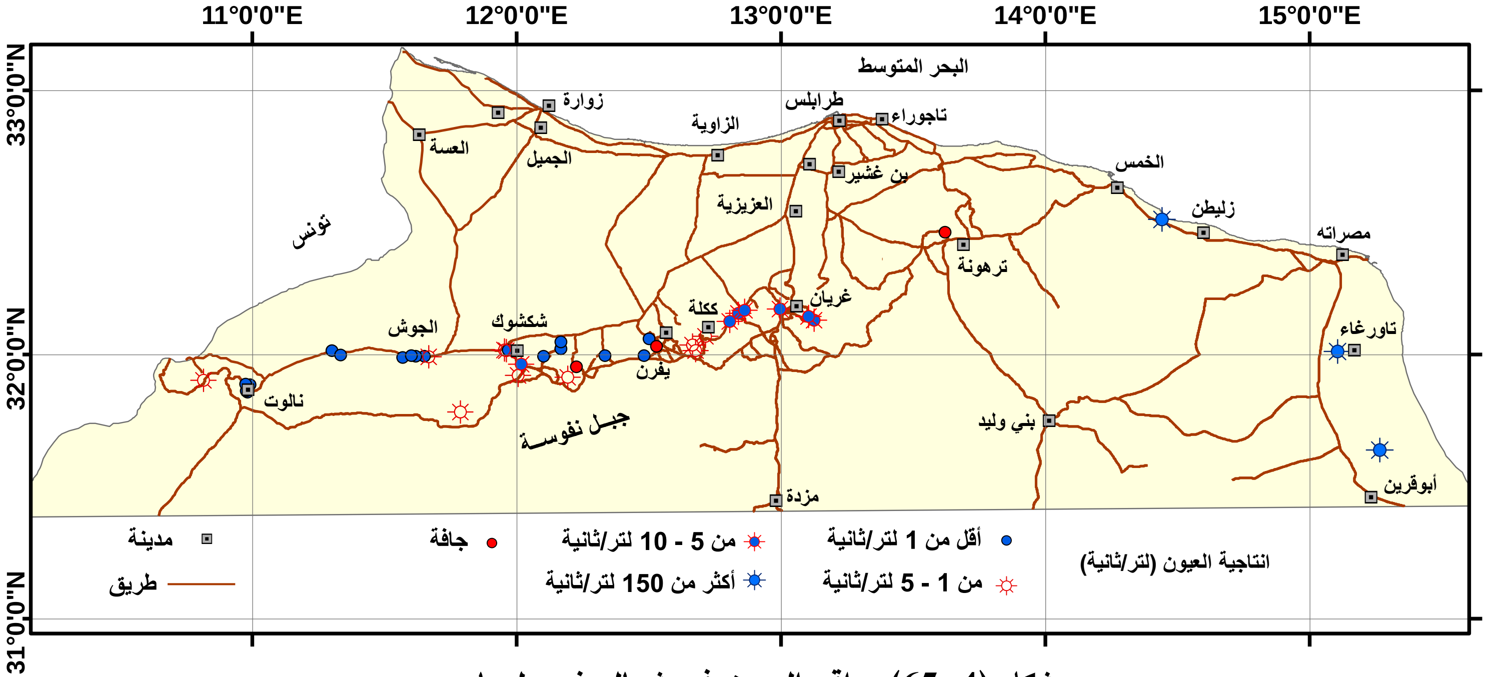
4-5-1- العيون

يوجد أكثر من 200 عين تنبع على طول امتداد سفح جبل نفوسة بإنتاجيات مختلفة تتراوح ما بين أقل من 1 لتر/الثانية إلى أكثر من 5 لتر/الثانية. يتراوح كمية المياه الجوفية المتدفقة من خلال هذه الينابيع حوالي 8–17 مليون متر مكعب في السنة أغلبها تنبع من طبقات الطباشيري العلوي (عين طوبي الجيري). يتراوح تركيز مجموع الأملاح الذائبة للمياه التي تنبع من هذه العيون من 600 إلى 3000 ملليجرام/لتر. شكل (4–65) يوضح مواقع هذه العيون.

تعد عين تاورغاء وعين وادي كعام من أهم الينابيع التي توجد في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا. معدل تدفق المياه من خلال عين وادي كعام قدرت بحوالي 11 مليون متر مكعب في السنة، ومن عين تاورغاء بحوالي 63 مليون متر مكعب في السنة. ملوحة مياه هذه العيون (مجموع الأملاح الذائبة) تتراوح ما بين 2500 إلى 3000 ملليجرام/لتر.

قدرت جيفلي (GEFLI 1976) بأن حوالي 85٪ من مياه عين تاورغاء تأتي من صخور تكوين ككلة (الخزان الجوفي ككلة)، بينما الباقي (15٪) يأتي من طبقات المياه الجوفية التابعة للعصر الميوسيني والطباشيري العلوي.

جدول (4–48) يتضمن بيانات عن العيون الواقعة شمال غرب ليبيا، والتي إنتاجيتها تتجاوز 5 لتر/الثانية، ويبين جدول (4–49) نتائج التحاليل الكيميائية لمياه هذه العيون. شكل (4–66) عبارة عن صور فوتوغرافية لبعض عيون شمال غرب ليبيا.



شكل (4−65) مواقع العيون في شمال غرب ليبيا

جدول (4-48) بيانات العيون الواقعة شمال غرب ليبيا

انتاجيتها أكثر من 5 لتر/ثانية

إسم العين	الموقع	الإنتاجية (لتر/الثانية)	الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)
الرابطة الغربية	الرابطة	8	1440
الرابطة الشرقية	الرابطة	6	1200
الصلاحات	غريان	7 - 5	941
الترك	غريان	7	652
الكميشات	غريان	7- 5	563
تاقنت	وادي زارت	8	1300
الشرشارة	ترهونة	7	1100
تاورغاء	تاورغاء	2000	3100
كعام	وادي كعام	350	2500
الهيشة	الهيشة	151	6200

كانت عين الفرس المصدر الرئيسي لإمدادات المياه في مدينة غدامس القديمة حتى عام 1932 عندما قام الإيطاليون بحفر بئر في المنطقة. وفرت هذه العين إمدادات المياه للسكان القاطنين في مدينة غدامس بالإضافة إلى ري حوالي 90 هكتار من البساتين الصغيرة المنتشرة داخل المدينة القديمة. نشأت العين بسبب وجود فالق غدامس بالمنطقة، مصدر مياه العين من تكوين ككلة وتكوين نالوت (شكل 4-67 أ). وقد لوحظ انخفاض تدريجي في إنتاجية العين، والذي يمكن أن يكون سببه انخفاض ضغط المياه أو الانهيار وانسداد القنوات الرئيسية بعد التنظيف الأخير للعين.

الجدول (4–49) نتائج التحاليل الكيميائية لمياه العيون الواقعة شمال غرب ليبيا

اسم العين	الموقع	التاريخ	الأملاح الذائبة (ملج/ل)	الأس الهيدروجيني	الأيونات الموجبة (ملج/لتر)				الأيونات السالبة (ملج/لتر)			
					Ca	M	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl	NO_3
الرابطة الغربية	الرابطة	1992	2300	7.35	472	93	103	11	196	1335	152	3
الصلاحات	غريان	1992	941	7.45	110	67	96	6	280	196	177	---
الترك	غريان	1971	652	---	110	37	64	3	92	259	110	37
الترك	غريان	1992	2751	7.37	460	136	126	39	244	1196	332	111
الكميشات	غريان	1979	563	---	100	17	57	2	183	86	114	19
تاقنت	وادي زارت	1992	1523	7.61	176	90	161	16	191	632	243	---
تاورغاء	تاورغاء	1978	3182	7.4	220	179	610	26	268	974	975	4
تاورغاء	تاورغاء	1981	3162	7.05	308	143	536	30	268	940	957	---
كعام	وادي كعام	1981	2646	7.5	254	137	430	18	275	884	700	---
الهيشة	الهيشة	1981	6190	7.2	452	272	1308	34	183	1508	2401	---

أثناء إعادة تأهيل عين الفرس في عام 2001م، تمت عملية إفراغ حوض العين عن طريق ضخ المياه المتجمعة داخلة، وتم تكرار هذه العملية عدة مرات، خلال هذه العملية وتكرارها يعود منسوب المياه إلى 2.5 متر مقاس من سطح قاع العين (أي حوالي 6 – 11 متر أسفل سطح الأرض)، شكل (4–67 ب). نتيجة لذلك، تم اعتبار عين الفرس جافة. لذلك، تم تبطين حوض العين القديم بواسطة خرسانة اسمنتية، وتم تغذية حوض العين من البئر الأرتوازية (Wg-2) القريبة من العين، والذي تأتي مياهه من الخزان الجوفي نالوت، من خلال أنبوب مدفون في باطن الأرض، مع التحكم في معدل التصريف ليكون مطابقًا تماماً لمعدل تدفق عين الفرس السابق (شكل 4–67ج).

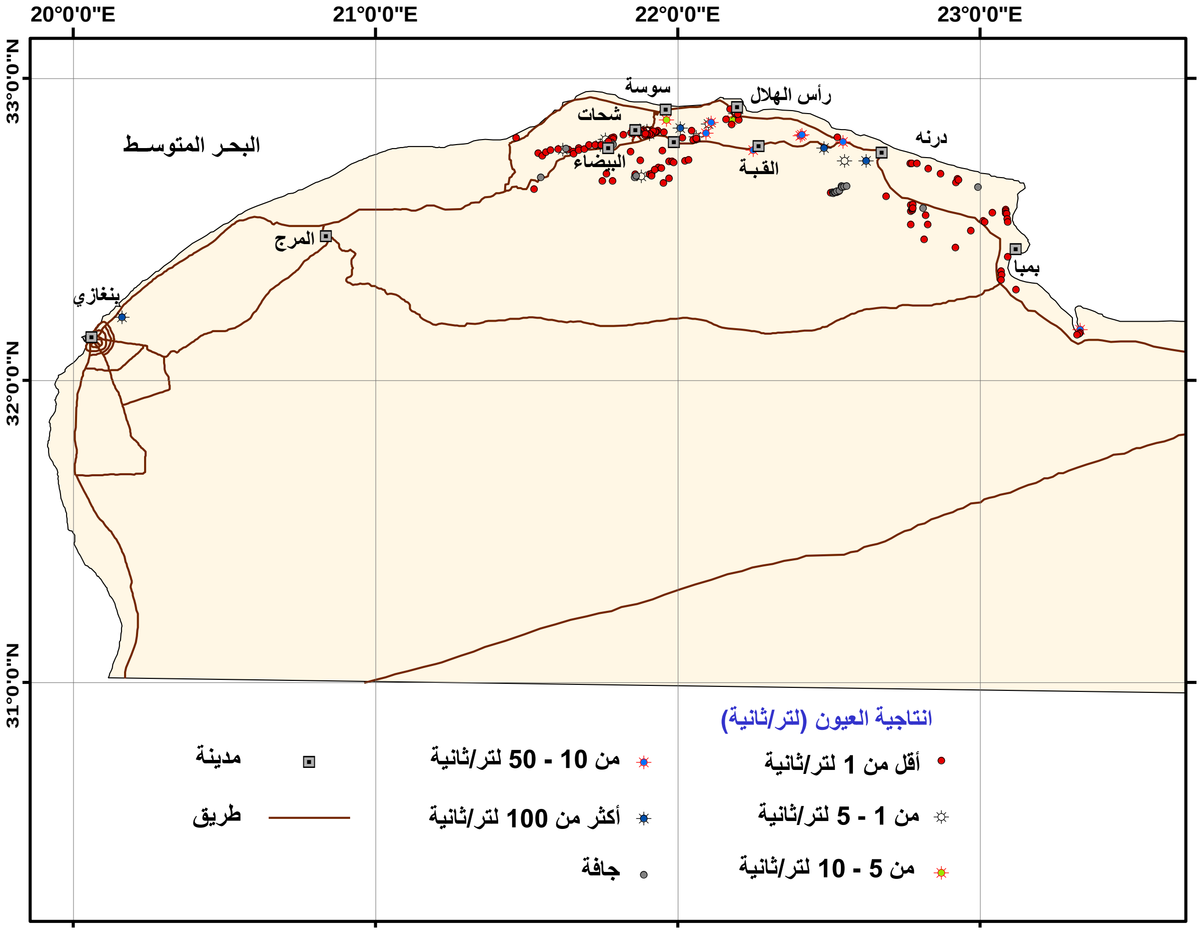
يصل عدد العيون في مناطق الجبل الأخضر إلى حوالي 167 عيناً (شكل 4–68) يبين مواقع هذه العيون. وقد تم تصنيف هذه العيون وفقاً لإنتاجيتها والخزان الجوفي الذي تنبع منه، كما هو موضح في جدول (4–50). قدر إجمالي إنتاجية هذه العيون بحوالي 55718 م^3/اليوم (20.3 مليون متر مكعب/السنة)، ملوحة مياه هذه العيون تتراوح ما بين 300–1400 ملليجرام/لتر. جدول (4–51) يتضمن بيانات العيون التي تعطي إنتاجية أكثر من 5 لتر/الثانية، وجدول (4–52) يبين نتائج التحاليل الكيميائية لمياه هذه العيون. أما شكل (4–69) عبارة عن صور فوتوغرافية لبعض عيون الجبل الأخضر.



شكل (4–66) صور لبعض عيون شمال غرب ليبيا



شكل (4–67) عين الفرس في غدامس



شكل (4−68) موقع العيون في شمال شرق ليبيا

جدول (4–50) تصنيف العيون الواقعة شمال شرق ليبيا

الخزان الجوفي	عدد العيون	الإنتاجية (لتر/الثانية)		
		أقل من 1	من 1 إلى 5	أكثر من 10
الإيوسين	17	6	5	6
الأوليجوسين	79	69	10	---
الميوسين	68	61	3	4
الرباعي	3	3	---	---
الإجمالي	**167**	**139**	**18**	**10**

جدول (4–51) بيانات العيون الواقعة شمال شرق ليبيا إنتاجيتها من 5 إلى أكثر من 10 ل/ث

اسم العين	الموقع	الإنتاجية (لتر/الثانية)	ملوحة المياه (ملليجرام/لتر)
البلاد	وادي درنة	145 – 65	520
أبو منصور	وادي درنة	230 – 180	506
الحليب (2)	جنوب رأس الحليب	22	440
النشو	شرق رأس الهلال	8	
استوة	رأس الهلال	41–15	418
أم الناموس	وادي مرقص	20	
سوسة	سوسة	7.5 – 5	499
الدبوسية	شمال القبة	218 – 137	600
عيون مارة (3)	وادي سارة شرق القبة	78 – 34	
شحات	شحات	6	440
السكارة	درنة	5	516
عيون كرسة (2)	وادي الإنجيل	37 – 25	
الصفصاف	البيضاء	5	479
الزيانة	بنغازي	2850	
الغزالة	طبرق	12	7847

الجدول (4−52) نتائج التحاليل الكيميائية لمياه العيون الواقعة شمال شرق ليبيا (2009 – 2010)

اسم العين	الموقع	الموصلية الكهربائية (ملليموز/سم)	الأملاح الذائبة (ملج/ل)	العسر الكلي (ملج/ل)	pH	الأيونات الموجبة (ملج/ل)			الأيونات السالبة (ملج/ل)			
						Ca	Mg	Na	HCO_3	SO_4	Cl	NO_3
البلاد	وادي درنة	1282	705	220	7.5	74	9	95	220	56	291	37
ابو منصور	وادي درنة	1340	804	275	7.3	132	14	175	205	40	300	26
الدبوسية	شمال القبة	840	460	350	7.5	94	28	30	220	25	45	39
شعيب (مارة)	وادي سارة	711	340	209	7.5	54	180	20	240	16	60	26
الانجيل (كرسة)	وادي الإنجيل	1820	910	389	7.2	118	23	125	223	70	300	15
أم الناموس	وادي مرقص	626	312	175	7.4	60	6	23	110	20	65	20
أبولو (شحات)	شحات	818	333	220	7.1	70	11	20	150	17	50	26
الحليب	---	610	420	190	7.0	55	15	35	215	30	80	25
الحدادية	وادي الحدادية	960	480	208	7.1	70	8	49	180	40	106	18

المصدر: الرواشدة، زهران (2012)



عين ستوة — عين الدبوسية

عين كرسة — شلال درنة

عين سوسة — عين شحات

شكل (4-69) صور لبعض عيون شمال شرق ليبيا

يوجد حوالي 33 عيناً في واحة مرادة (شكل 4-70)، تعطي إنتاجية تتراوح ما بين 0.5 - 8.1 لتر/الثانية؛ ملوحة مياه هذه العيون مرتفعة تتراوح ما بين 2800 - 3300 ملليجرام/لتر. وجدول (4-53) يبين نتائج التحاليل الكيميائية للمياه من عين الكرم، وعين الأبل.



شكل (4−70) إحدى عيون واحة مرادة

في المنطقة الواقعة جنوب واحة بزيمة، توجد هناك عين ذات مياه ساخنة (درجة حرارة الماء تتراوح من 32 إلى 60 درجة مئوية) مكونة بحيرة تمتد على شكل هلال. نتائج التحليل الكيميائي لمياه عين بزيمة موضحة في جدول (4−54). ويوجد كذلك عدد من عيون المياه الساخنة الصغيرة المنتشرة على حواف السبخات الموجودة حول بحيرة بزيمه في الشمال الشرقي، بالإضافة إلى عدد من عيون المياه العذبة الصغيرة الأخرى التي تنبع من الحجر الرملي النوبي في غرب البحيرة.

الجدول (4–53) نتائج التحاليل الكيميائية لمياه بعض العيون بواحة مرادة

اسم العين	الموقع	التاريخ	EC (ملليموز/سم)	الأملاح الذائبة (ملج/لتر)	PH	الأيونات الموجبة (مللي مكافي)				الأيونات السالبة (مللي مكافي)		
						Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl
الكرم	قرية مرادة	**1978**	4600	2844	7.4	8.08	6.08	30.8	0.74	6.8	16.17	26.19
الأبل	قرية مرادة	**1978**	5050	3332	7.5	8.18	7.27	34.4	0.94	6.6	28.38	28.79

جدول (4–54) نتائج التحليل الكيميائي لمياه العيون بحوض الكفرة

اسم العين	الموقع	التاريخ	EC (ملليموز/سم)	الأملاح الذائبة (ملج/لتر)	PH	الأيونات الموجبة (ملج/لتر)				الأيونات السالبة (ملج/لتر)			
						Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl	NO_3
بزيمة	بزيمة	**1960**	**990**	---	---	**58**	**37**	**93**	**34**	**266**	**77**	**177**	---
زوية	جبل العوينات	**1979**	**725**	**397**	**8.4**	**56.1**	**13.4**	**63.9**	**5.3**	**312.4**	**29.3**	**38.3**	**20.9**
زوية	جبل العوينات	**1960**	**580**	**414**	**7.1**	**53**	**21**	**61**	**5.0**	**289**	**66**	**28**	**18**
دوا	جبل العوينات	**1960**	**570**	**488**	**8.1**	**37**	**14**	**124**	**6.1**	**306**	**99**	**53**	---

كما يوجد عدد حوالي سبع عيون تتدفق عبر شقوق صخور الجرانيت بجبل العوينات في أقصى الجنوب الشرقي من ليبيا. والمعروف منها حالياً ثلاثة عيون فقط (عين زوية، وعين ضوء، وعين دورام) تعطي هذه العيون إنتاجية منخفضة جداً لا تتجاوز 0.3 لتر/الثانية من المياه العذبة (تركيز مجموع الأملاح الذائبة يتراوح ما بين 390 إلى 490 ملليجرام/لتر). يوضح شكل (4−71) موقع هذه العيون، وجدول (4−54) يبين نتائج التحاليل الكيميائية للمياه من عين زوية (كزيط)، وعين ضوء (دوا). هذه النتائج توضح بأن المياه التي تنبع من صخور الجرانيت في جبل العوينات ذات نوعية جيدة، غير عسرة ، حمضية قليلاً ونوعيتها بيكربونات الصوديوم. شكل (4−72) عبارة عن صورة لعين دوارم.



شكل (4−71) موقع العيون في جبل العوينات جنوب شرق ليبيا



شكل (4–72) عين دورام بجبل العوينات (Google Earth)

4-5-2- البحيرات

هناك العديد من البحيرات الصغيرة التي تحتوي على مياه مالحة إلى شديدة الملوحة منتشرة بمناطق متفرقة من البلاد، مثل بحيرات بحر الرمال أوباري في حوض مرزوق، وبحيرة عين الذبان في حوض غدامس – سوف الجين، وبحيرات الجوف وبزيمه في حوض الكفرة، ، وبحيرات واو الناموس في حوض السرير – سرت. مياه هذه البحيرات مالحة ولا يتم الاستفادة منها.

أ– بحيرات أوباري

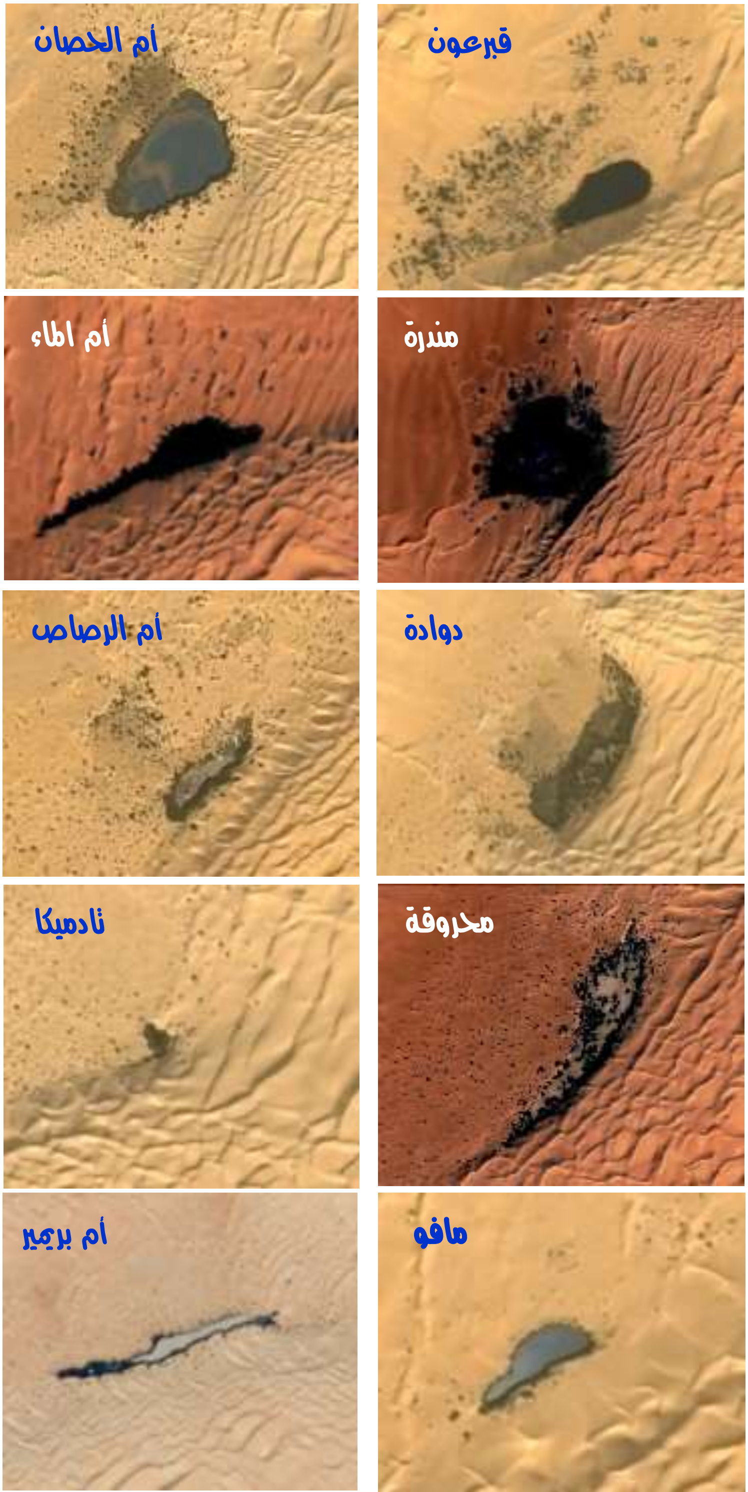
وصف (Burdon and Gonfiantini,1991) وجود إحدى عشرة بحيرة في منطقة رملة الدوادة في بحر رمال اوباري (ادهان أوباري)، وبالتحديد في منطقة رملة الزلاف بحوض مرزوق. هذه البحيرات قديمة فى تواجدها بالرغم من أن بعضها قد إختفى وتكونت أخرى جديدة أوعادت بعضها من جديد من

تحت الكثبان الرملية العالية المتحركة، وهي من أشهر البحيرات الصحراوية في ليبيا. يوضح شكل (4−73) بحيرات أوباري تم الحصول عليها من برنامج (Google Earth)، وشكل (4−74) صور لبعض بحيرات أوباري الدائمة.

مصدر المياه الرئيسي لهذه البحيرات هو المياه الجوفية الخارجة من طبقات المياه الجوفية الكربونية المتكشفة على السطح أو سريان المياه على طول امتداد الصدوع. وعموماً فإن مياه هذه البحيرات مالحة وفى بعض الأحيان قد تظهر بالقرب منها واحات تمتاز بمياهها الجوفية العذبة يمكن إستغلالها فى الري وفى أغراض حياتية أخرى، وتعيش فى هذه البحيرات أنواع من قشريات تشبه الدود وبخاصة فى كل من بحيرات المندرة وقبرعون وطرونة، حيث يقوم القاطنون حولها بصيد هذا النوع من القشريات لإستهلاكها بعد تجفيفها. جدول (4−55) يوضح نتائج التحليل الكيميائي لمياه بحيرات أم الماء ومندرة.

ب− بحيرة عين الذبان

تقع البحيرة على مسافة حوالي 32 كيلومتراً شمال شرق مدينة غدامس، وسط منخفض في أعلى تل رملي صغير. تنقسم البحيرة إلى شطرين بحاجز ترابي يقسمها إلى بحيرتين شديدتي الملوحة (تصل ملوحة مياه البحيرة إلى حوالي 23500 ملليجرام/لتر)، إحداهما ضحلة وماؤها شفاف، وتزداد مساحتها وتنقص حسب كميات المياه التي تغذيها، والأخرى عميقة شبيهة بالبئر الواسع العميق، يبلغ محيطها حوالي 250 متراً مربعاً، ومياهها زرقاء غامقة تميل إلى السواد بسبب عمقها الشديد الذي يتروح ما بين 35 إلى 70 متراً، وأطرافها شديدة الانحدار، وتشهد البحيرة انحساراً في فصل الصيف، وتزداد في فصلي الشتاء وأواخر الربيع نتيجة تدفق كميات من المياه القادمة عبر شبكة الوديان التي تغذي المنخفض بمياه الأمطار.



شكل (4-73) بحيرات أوباري (Google Earth)



شكل (4-74) صور لبعض بحيرات أوباري الدائمة

جدول (4–55) نتائج التحليل الكيميائي لمياه بحيرات أم الماء ومندرة

اسم العين	التاريخ	الأملاح الذائبة (ملج/لتر)	الأيونات الموجبة (ملج/لتر)				الأيونات السالبة (ملج/لتر)		
			Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl
أم الماء (جنوب)	1976/11/8	38070	166	349	11600	2800	1065	2690	19400
أم الماء (شمال)	1976/11/8	78660	264	865	24600	4920	650	7960	39400
مندرة	1976/11/8	348000	108	624	117000	21600	602	41200	167000

ينمو حول البحيرة حزام من النباتات الصحراوية التي تشكل بيئة ملائمة لاستيطان وتكاثر الأحياء البرية والطيور، ومصدراً للنشاط الاقتصادي للسكان القريبين من المنطقة (شكل 4–75). تكونت هذه البحيرة نتيجة وجود عين تنبع من الخزان الجوفي نالوت من خلال صدع. (جدول 4–56) يوضح نتائج التحليل الكيميائي لمياه البحيرة.

ج– بحيرة بزيمه

تعد بحيرة بزيمة التي تحيط بها رملة ربيانة والواقعة شمال غرب واحة الكفرة من أهم البحيرات الموجودة في الجنوب الشرقي من ليبيا.

البحيرة على شكل هلال (تتكون من عين ذات مياه ساخنة وسبخة مالحة)، وتمتد في اتجاه شمال غرب – جنوب شرق، بأقصى عرض يصل إلى حوالي 30 متر (شكل 4–76).

تقع بحيرة بزيمه على مسافة كيلومتر واحد إلى الجنوب من واحة بزيمة، حيث تكونت هذه البحيرة نتيجة لتدفق المياه من الخزانات الجوفية العميقة من خلال فالق في المنطقة. تتراوح ملوحة مياه البحيرة من 25 إلى 32 جرام/لتر (جدول 4–55).

شكل (4-75) بحيرة عين الذبان





شكل (4-75) بحيرة عين الذبان

جدول (4–56) نتائج التحليل الكيميائي لمياه بحيرة عين الذبان

تاريخ التحليل	الملوحة (مليج/لتر)	العسر الكلي (مليج/لتر)	الأس الهيدروجيني	الأيونات الموجبة (مليج/لتر)				الأيونات السالبة (مليج/لتر)		
				Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl
--	23516	5900	7.2	880	888	5750	195	176	6374	8590
13/04/1977	22599	5070	7.8	668	826	6030	38	186	6248	8138
15/09/1989	19897	4950	7.4	780	720	4560	172	224	5200	6745
24/10/1994	27000	--	7.3	244	115	5903	214	201	7200	7646
10/05/1995	25900	--	8.5	664	151	7160	153	104	6384	11805
11/02/2001	22908	5720	7.2	816	884	5880	236	195	6310	8646
11/12/2004	25060	5001	7.7	1040	576	7280	320	163.6	6567	10077



شكل (4–76) بحيرة بزيمة (Google Earth)

د- بحيرات الجوف

ذكر في بعض التقارير بأن هناك بحيرتين صغيرتين من المياه المالحة هما بقايا من البحيرات الكبيرة القديمة، وهما بحيرة البويمة، وبحيرة عيلت غيث. بحيرة البويمة (البحيرة الشرقية)، تقع على بعد حوالي 9 كيلومتر شمال شرق الكفرة، بقطر يصل إلى حوالي 400 متر. هذه البحيرة محاطة بحطايا النخيل، ويوجد على حافتها الشرقية عين عذبة. حالياً آلت هذه البحيرة إلى الجفاف وأصبحت تعرف بسبخة بويمة.

أما بحيرة عيلت غيث (البحيرة الغربية)، فتقع على بعد حوالي 6 كيلومتر شمال غرب الكفرة، وهي بحيرة غير عميقة إذ يبلغ عمقها حوالي 1 متر تقريباً، وهي في طريقها إلى الجفاف.

يبلغ قطر البحيرة من الشمال إلى الجنوب حوالي 230 متر، ومن الشرق إلى الغرب حوالي 356 متر تقريباً. شكل (4-77) صورة للبحيرة الغربية في عام 1968م، وجدول (4-57) يبين نتائج التحاليل الكيميائية لعينات المياه المجمعة من هذه البحيرات في عام 1979م.



شكل (4-77) البحيرة الغربية في عام 1968م

د- بحيرات واو الناموس البركانية

يوجد عدد من البحيرات والبرك المالحة جداً تكونت حول بركان واو الناموس. وهو عبارة عن جبل بركاني في جنوب وسط ليبيا (جنوب الهروج الأسود). يبلغ ارتفاعه حوالي 575 متر، ذا صخور بازلتية سوداء.

هذه البحيرات تنتشرة على سفح الجبل على شكل هلال، وهي ثلاث بحيرات كبيرة شرقية وغربية وجنوبية وبحيرة كبريتية ذات لون أحمر، مع وجود النباتات كالقصب والخيزران والأشجار كالنخيل والآثل (شكل 4-78).

جدول (4-58) يوضح نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه التي تم جمعها من البحيرات والينابيع الموجودة حول واو الناموس.



شكل (4-78) بحيرات واو الناموس

جدول (4–57) نتائج التحليل الكيميائي لمياه بحيرات حوض الكفرة

اسم البحيرة	الموقع	تاريخ التحليل	الأملاح الذائبة (جزء/المليون)	PH	الأيونات الموجبة (جزء/المليون)				الأيونات السالبة (جزء/المليون)		
					Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl
البحيرة الغربية	الجوف	1979	92600	8.3	40088	2432	37996	2957	7200	17753	5814
البحيرة الشرقية	الجوف	1979	157500	7.4	4008	3648	54993	3962	4759	11522	95742
بزيمة جنوب	بزيمة	1960	252000	7.8	77	938	83500	14100	683	30400	122000
بزيمة غرب	بزيمة	1960	320000	7.9	94	1060	104000	23500	1060	37600	154000

المصدر: El Ramly (1983)

جدول (4–58) نتائج التحليل الكيميائي لمياه بحيرات وعيون واو الناموس

المصدر	الأس الهيدروجيني	الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)	كلوريد الصوديوم (ملليجرام/لتر)	السيلكا (ملليجرام/لتر)	الأيونات الموجبة (ملليجرام/لتر)				الأيونات السالبة (ملليجرام/لتر)			
					Ca	**Mg**	**Na**	**K**	**HCO_3**	**CO_3**	**SO_4**	**Cl**
البحيرات	**8.6**	**56800**	**32500**	**82**	**20**	**194**	**20200**	**586**	**3360**	**306**	**14000**	**19700**
العيون	**7.8**	**3270**	**1310**	**34**	**113**	**37**	**998**	**17**	**708**	**---**	**905**	**794**

المصدر: Goudarzi (1970)

هـ- بحيرات الجغبوب

تشكلت هذه البحيرات في واحة الجغبوب نتيجة لانخفاض الأرض تحت مستوى سطح البحر. مياه هذه البحيرات تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح التي تنخفض عند منابع العيون التي تغذي هذه البحيرات. ارتفاع تركيز الأملاح بمياه هذه البحيرات هو نتيجة للتبخر الناتج عن ارتفاع درجات الحرارة في هذه المناطق.

في المحيط المجاور لهذه البحيرات تنتشر عيون الماء وبعض أشجار النخيل والنباتات والأعشاب والأشجار التي تعيش في الأراضي السبخية، بالإضافة إلى الحيوانات والحشرات البرية والطيور المهاجرة.

تتميز بحيرات الجغبوب بمناظرها الخلابة، فضلاً عن إمكانية استغلالها في تنمية مستقبلية للسياحةِ العلاجية. شكل **(4-79)** صور لأهم هذه البحيرات.

تعتبر بحيرة الملفا من أهم معالم واحة الجغبوب، وتبعد عن الواحة بحوالي 30 كيلومتر في اتجاه الشرق. يحد هذه البحيرة من الجهة الشمالية جبل الملفا الذي يحتوي على نقوش ورسوم صخرية ومقابر وصهاريج مياه قديمة.

بحيرة العراشية، وهي أكبر بحيرات واحة الجغبوب، وتبعد عن الواحة بأكثر من 33 كيلومتر في اتجاه الجنوب الشرقي وتمتد إلى داخل الحدود المصرية. يحد هذه البحيرة من الشمال جبل العراشية، ومن الجنوب بعض التلال الصخرية التي تفصل بين بحر الرمال ومنخفض العراشية.

تقع بحيرة افريدغة في واحة قديمة على بعد حوالي 16 كيلومتر من واحة الجغبوب، وتتكون من جزئين يربطهما قناة مائية. يغذي البحيرة ما يزيد عن 4 عيون، وبالرغم من صغر حجمها فهي من أجمل بحيرات واحة الجغبوب، كما تنتشر فيها المقابر الصخرية وصهاريج المياه وتكثر فيها أشجار النخيل ذات الجودة الممتازة من التمور.







شكل (4−79) بحيرات واحة الجغبوب

أما بحيرة العامرة فتقع على مسافة 23 كيلومتر من واحة الجغبوب في اتجاه الجنوب الشرقي، وهي عبارة عن 4 بحيرات متجاورة. يوجد في منخفض هذه البحيرة ما يزيد عن 7 عيون مياه ذات أشكال دائرية تنتشر على هيئة فجوات على سطح القشرة السبخية الحمراء. يحد هذه البحيرة من الغرب والجنوب أرض صخرية يليها بداية بحر الرمال العظيم.

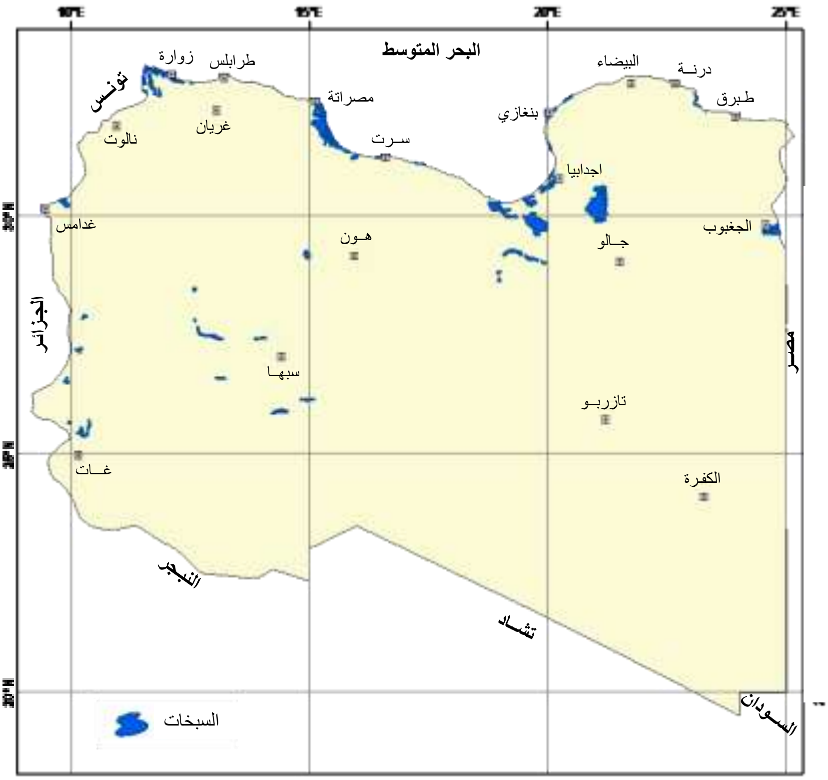
4-5-3- السبخات

توجد العديد من السبخات (المستنقعات) في ليبيا (شكل 4−80). هذه السبخات لها أحجام مختلفة، وسطحها عادة يكون رطب وتغمره طبقة رقيقة من الماء خلال فصل الشتاء، ويجف خلال موسم الصيف. هذه السبخات تعتبر في أغلب المناطق المصدر الرئيسي للتصريف الطبيعي للمياه الجوفية بالتبخر.

السبخات المهمة في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا هي الموجودة في شمال غرب سهل الجفارة. تصنف هذه السبخات إلى السبخات الساحلية الشمالية التي تتواجد على طول الشريط الساحلي من العجيلات إلى رأس جدير باتساع 10 كيلومترات من الساحل الغربي، والسبخات الداخلية الغربية التي توجد شرق وغرب منطقة العسة، وتمتد من الشمال إلى الجنوب بالتوازي مع الحدود الليبية التونسية.

تمتد سبخات تاورغاء، فم الطريق، أم العزيم، الهيشة، المفروط، والعوينات، على الساحل الممتد من مصراتة إلى بويرات الحسون بطول 125 كيلومتر، وبعرض أقصى يصل إلى 25 كيلومتر في الجزء الأوسط، ويقل في اتجاه الشمال والجنوب. (قدر معدل التبخر من هذه السبخات ما بين 2477 − 3023 ملليمتر/السنة).

توجد ثلاث سبخات تعرف باسم سبخة الملح، وأم الحياة والطرفيات عند سفح مرتفعات مرادة في الجزء الشمالي الأوسط من ليبيا. في الجنوب الغربي من هذه المنطقة، توجد سبخة الهيرة المنعزلة جزئياً، في حين توجد السبخة الكبيرة في



شكل (4–80) موقع السبخات فى ليبيا

الشمال الشرقي من واحة مرادة في منخفض يصل إلى 17 متراً تحت مستوى سطح البحر في جزئه الشرقي.

يمتد شريط ضيق من السبخات على طول الشريط الساحلي الشمالي الشرقي لليبيا من توكرة في الشمال إلى المقرون في الجنوب. توجد سبخات طالب وشام وشويريب في غرب اجدبيا بين الزويتينة والبريقة. تقع سبخة الحمراء وسبخة القنين في شرق الطريق بين أجدبيا وجخرة.

في حوض مرزوق، يمثل التصريف الطبيعي لخزانات المياه الجوفية العلوية والسفلية بالتبخر عن طريق السبخات المتكونة في العديد من المنخفضات، كما هو الحال في وادي الشاطيء، ووادي الحياه، المناطق القريبة من سبها، تراغن، أم الأرانب، تمسة، القطرون، وجنوب غات.

قامت شركة أيدروتكنيكو (1982) في دراستها الهيدروجيولوجية لمنطقة وادي الشاطيء – الجفرة – جبل فزان بحساب الفاقد نتيجة البخر خلال عام واحد من سبخة وادي الشاطيء والذي بلغ حوالي 49.9 مليون متر مكعب. قدرت كمية المياه التي تفقد نتيجة البخر– نتح من خلال إجراء تجربة على محاصيل منتقاة من النباتات الطبيعية في وادي الشاطيء ورملة الزلاف بحوالي 21.787 و 40.359 مليون متر مكعب في السنة على التوالي.

أجرت (Geomath 1994) نموذجاً هيدروجيولوجياً لطبقات المياه الجوفية وحقول الآبار بالمرحلة الثانية من مشروع النهر الصناعي، تم خلال هذه الدراسة تقدير التبخر والبخر نتح من السبخات والواحات كما هو موضح في جدول (4–59).

جدول (4–59) تقدير الفاقد نتيجة البخر والبخر نتح (Geomath 1994)

المنطقة	الخزان الجوفي	الفاقد من المياه (م م^3/السنة) 1970	1989
جرمة (السبخة/الواحة)	النوبي	21.95	---
سبها (السبخة/الواحة)	النوبي	1.55	1.34
تمنهنت (السبخة/الواحة)	النوبي	0.70	0.65
غدوة (السبخة/الواحة)	النوبي	5.80	5.77
تربو (السبخة/الواحة)	النوبي	9.26	8.64
مرزق (السبخة/الواحة)	النوبي	40.34	38.41
الاجمالي	**النوبي**	**79.6**	**58.81**
وادي الحياة (السبخة/الواحة)	الترياسي	94.99	94.42
سمنو (السبخة/الواحة)	الترياسي	2.90	2.62
القطرون (السبخة/الواحة)	الترياسي	43.18	43.00
تمسة (السبخة/الواحة)	الترياسي	7.24	7.07
جرمة (السبخة/الواحة)	الترياسي	10.17	10.18
الاجمالي	**الترياسي**	**158.48**	**157.29**
ادري (السبخة)	الديفوني– السيلوري	22.02	15.19
المحروقة (السبخة)	الديفوني– السيلوري	52.23	42.26
الاجمالي	**الديفوني– السيلوري**	**74.25**	**57.45**

الفصل الخامس – تنمية وتقييم الموارد المائية

5-1- تنمية الموارد المائية

لقد كان استغلال الموارد المائية في ليبيا منذ القدم حيث كان الاعتماد على العيون الطبيعية والآبار السطحية المحفورة يدوياً بإستخدام الأدوات التقليدية في الحفر، واستخراج المياه بواسطة الدلاء يدوياً أو باستخدام الحيوانات بكميات محدودة تكفي لسد الاحتياجات المنزلية وري بعض المحاصيل الزراعية (شكل 5-1)، ولكن نتيجة للتطور الذي شهده العالم فيما يتعلق بتقنيات حفر آبار المياه وتوفر معدات ضخ المياه لها القدرة على رفع كميات كبيرة من المياه من داخل البئر إلى السطح في فترة زمنية قصيرة وضخها عبر شبكات الإمداد المائي بطريقة سهلة وميسرة، بالإضافة إلى الزيادة المستمرة في عدد السكان وما ترتب عليه من تغير في نمط استهلاك المياه لمواكبة التطور في أسلوب المعيشة، زاد استهلاك المياه بكميات كبيرة.

لقد شهد استهلاك المياه في ليبيا زيادة كبيرة خلال العقود الأربعة الماضية لمواكبة التطور السريع في مجالات التنمية المختلفة الحضرية والزراعية والصناعية، حيث كان الاعتماد في استهلاك المياه للأغراض المذكورة أعلاه على مصادر المياه الجوفية، والذي يساهم بأكثر من 97% من إجمالي الموارد المائية المتاحة.



شكل (5–1) إستخدام الطرق التقليدية في سحب المياه من الآبار المحفورة يدوياً

ولقد مرت ليبيا خلال العقود الأخيرة من القرن الماضى بمرحلة توسع سريع في الزراعة سعياً وراء تحقيق الإكتفاء الذاتى من الغذاء أو على الأقل نسبة عالية منه. ولتحقيق ذلك تم إعطاء الأهمية والأولوية للتنمية الزراعية من خلال المشروعات الزراعية المروية الممولة من القطاع العام والخاص، الأمر الذي أدى بدوره إلى ارتفاع حاد في إستخدام المياه في القطاع الزراعي، حيث قدر ما تستهلكه الزراعة من المياه بحوالي 84% من إجمالي استهلاك المياه في ليبيا.

ولتوضيح الصورة حول التطور السريع في استهلاك المياه الجوفية لتغطية الاحتياجات الحضرية والزراعية والصناعية خلال الفترة منذ خمسينيات القرن الماضي إلى عام 2010م، تم تجميع بيانات الاستهلاك من خلال ما تضمنته بعض الدراسات الهيدروجيولوجية التفصيلية التي تم تنفيذها في العقود الماضية. بعض هذه البيانات تم تقديرها، والبعض الأخر تم حسابها من خلال مسح ميداني للمشاريع القائمة، بالاضافة إلى السجلات المتعلقة بكميات المياه المستهلكة في بعض المشاريع الزراعية العامة، خاصة مشروعي السرير الزراعي الشمالي والجنوبي ومشروعي الكفرة الإنتاجي والاستيطاني، وكذلك البيانات المستخدمة في تنفيذ النماذج الحسابية التي تم إعدادها مؤخراً لتقييم وإدارة وتنمية الموارد المائية بالأحواض المائية الرئيسية. أضف إلى ذلك ما تم تجميعه أثناء دراسة الأحواض المائية المشتركة (حوض الحجر الرملي النوبي المشترك بين ليبيا ومصر والسودان وتشاد، وحوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك بين ليبيا وتونس والجزائر).

جداول (5-1 إلى 5-7) تبين كميات السحب من المياه الجوفية في الأحواض المائية الرئيسية في ليبيا خلال السنوات منذ خمسينيات القرن الماضي إلى عام 2010م من خلال ما هو متاح من بيانات.

جدول (5-1) تقدير كميات السحب من المياه الجوفية (مليون متر مكعب/السنة) في حوض سهل الجفارة

الخزان الجوفي/ السنة	1962-1959	1971	1973	1978	1979	1992	1998	2003	2010
الخزان الجوفي العلوي (الرابع- الثالث)	195	224	336	435	440	705	728	694	785
الخزان الجوفي العلوي (الميوسين- الثلاثي)	15	54	41	92	150	297	312	326	422
المجموع	**210**	**278**	**377**	**527**	**590**	**1002**	**1040**	**1020**	**1207**

جدول (5-2) تقدير كميات السحب من المياه الجوفية (مليون متر مكعب/السنة) في حوض سهل بنغازي - الجبل الأخضر

المنطقة/ السنة	1977	1990	1995	2000	2005	2010
سهل بنغازي - المرج	112	195.1	232.8	245	265.6	258.89
القبة - البيضاء - البياضة	27.6	56.6	80	60	72.5	73.87
رأس الهلال - درنة - مرتوبة - البومبة - طبرق	17.6	31.7	39.2	30	45.9	50.62
جنوب الجبل الأخضر	0.6	15.8	25	30	22	23.09
الساحل الجنوبي الغربي (سلوق - اجدابيا)	14.2	20.8	23	15	10	9.23
المجموع	**172**	**320**	**400**	**380**	**416**	**415.70**

جدول (5-3) تقدير كميات السحب من المياه الجوفية (مليون متر مكعب/السنة) في حوض غدامس - سوف الجين

المنطقة والخزان الجوفي	195	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	200	2010
الخزان الجوفي العلوي (الميوسين إلى الإيوسين العلوي)													
المنطقة الساحلية	8	8	15	15	17	31	44.5	40	42	46	50	15	15
الجزء الشرقي من الحمادة	--	--	--	--	--	--	--	--	1	6	12	12	12
الجفرة	2	2	3	4	4	4	4	9	16	20	20	20	20
المجموع	**10**	**10**	**18**	**19**	**21**	**35**	**48.5**	**49**	**59**	**72**	**82**	**47**	**47**
الخزان الجوفي الكريتاوي العلوي (مزدة - نالوت)													
المنطقة الساحلية	23.2	14.6	13.8	10.9	5.2	9.3	41.48	51.1	48.1	35	40.6	44	59
وادي سوف الجين	--	--	--	--	--	1	1	2	5	10	15	5	5
الجفرة	--	--	--	2.3	2.3	14.8	26	30	40	40	45	55	55
جبل نفوسة وغدامس	--	--	--	--	--	--	1.2	2	3.4	4.5	5.6	7	11.7
المجموع	**23.2**	**14.6**	**13.8**	**13.2**	**7.5**	**25.1**	**69.68**	**85.1**	**96.5**	**89.5**	**106.2**	**111**	**126**
الخزان الجوفي الكريتاوي السفلي (ككلة)													
وادي سوف الجين	--	--	--	--	--	--	--	65	57	43	40	35	45
الجزء الشرقي من الحمادة	--	--	--	--	--	15	37	54	50	39	35	30	35
جبل نفوسة	--	--	--	--	--	1	9	13	15	15	20	25	30
غدامس	--	--	--	--	--	0.2	5	6	6	6	6	6	8
المجموع	--	--	--	--	--	**16.2**	**51**	**138**	**128**	**103**	**101**	**96**	**118**

يتبع جدول (5-3)

المنطقة والخزان الجوفي	195	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	200	2010
الخزان الجوفي الكريتاوي السفلي (ككلة) – الباليوزوي													
المنطقة الساحلية (الخمس –	--	--	--	--	--	--	--	25	20	12	8	10	11
الجفرة	--	--	--	--	--	--	--	--	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4
الجزء الشرقي من الحمادة	--	--	--	--	--	--	5	10	12	11	10	8	12
المجموع	--	--	--	--	--	--	5	35	34.5	25.5	20.4	16.	25.4
العيون													
عين كعام (الكريتاوي العلوي)	--	**16**	**15**	**15**	**14**	**11**	**11**	**11**	**11**	**11**	**11**	**11**	**11**
عين تاورغاء (الكريتاوي	23	23	23	23	23	22	22	20	20	19	18	18	20
عين تاورغاء (الكريتاوي	43	41	41	40	40	40	40	38	38	38	38	38	40
المجموع (عين تاورغاء)	**66**	**64**	**64**	**63**	**63**	**62**	**62**	**58**	**58**	**57**	**56**	**56**	**60**
اجمالي السحب من الحوض	**99.2**	**104.6**	**109.8**	**110.2**	**105.5**	**149.3**	**242.1**	**341.1**	**352.5**	**332.5**	**356.2**	**321**	**362**

جدول (5-4) تقدير كميات السحب من المياه الجوفية (مليون متر مكعب/السنة) في حوض مرزق

المنطقة	الخزان الجوفي	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
سبها	الحجر الرملي النوبي	22.30	29.30	39.80	58.42	89.46	130.74	170.72	210.29	218.35
مرزق		8.20	26.95	43.10	63.15	85.71	106.69	181.29	256.21	256.36
مكنوسة		--	--	10.000	25.30	26.96	36.78	46.59	56.40	70
وادى برجوج		--	--	--	10.71	25.98	30.89	35.79	40.70	40.70
الزيغن		--	--	--	--	2.26	9.19	16.12	23.05	24.05
وادى الحياة		--	15.50	21.90	41.02	44.19	150.93	257.68	364.40	366.77
غدوة		--	6.00	6.00	6.88	8.19	16.62	25.06	33.50	33.50
المجموع		**30.50**	**77.75**	**120.8**	**205.48**	**282.75**	**481.84**	**733.25**	**984.55**	**1009.73**
سمنو	ما بعد التاسيللي	--	1.00	3.00	4.78	7.94	23.25	38.56	53.88	56.82
أوباري		--	21.00	25.45	29.45	30.23	41.72	56.36	71.00	76.05
المجدول		--	--	--	1.64	3.06	10.18	19.80	26.92	26.92
وادى إيراون		--	--	--	9.71	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
المجموع		--	**22.00**	**28.45**	**35.87**	**41.23**	**75.15**	**114.7**	**151.8**	**159.7**
مشروع النهر الصناعي	الباليوزوي	--	--	--	--	--	--	--	--	261.16
وادي الشاطىء		59.40	89.12	139.68	160.58	120.82	197.10	274.40	351.39	361.94
غات		--	--	35.88	37.30	31.53	42.11	52.67	63.24	63.24
المجموع		**59.40**	**89.12**	**175.56**	**197.88**	**152.35**	**239.21**	**327.07**	**414.63**	**686.34**
اجمالي السحب من الحوض		**89.90**	**188.87**	**324.81**	**439.23**	**476.33**	**796.20**	**1175.02**	**1550.98**	**1855.77**

جدول (5-5) تقدير كميات السحب من المياه الجوفية (مليون متر مكعب/السنة) في حوض السرير

المنطقة		1970	1971	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
مشروع النهر الصناعي	حقل آبار المياه	--	--	--	--	--	--	81.21	71.73	121.44	160
	مصنع الأنابيب بالسرير	--	--	--	--	--	8.5	8.50	8.50	8.50	8.50
	مصنع الأنابيب بالبريقة	--	--	--	--	--	8.5	8.50	8.50	8.50	8.50
	المجموع	--	--	--	--	--	**17**	**98.21**	**88.73**	**138.44**	**177**
مشاريع السرير الزراعي	السرير الشمالي	--	--	--	7.06	71.34	66.79	36.00	90.00	50.00	90.00
	السرير الحنوبي	--	--	14.04	82.12	143.64	129.70	92.39	90.00	90.00	90.00
	المجموع	--	--	**14.039**	**89.18**	**214.98**	**196.49**	**128.39**	**180.00**	**140.00**	**180.00**
المشاريع الزراعية جالو – اوجلة	مشروع الصحابى لأشجار النخيل	--	--	--	--	--	--	--	2.60	16.00	29.39
	المزارع الخاصة بواحة جالو	5.00	6.57	12.86	20.71	28.57	36.42	44.28	52.13	59.99	73.49
	الشرب – البلدية	0.80	0.82	0.92	1.07	1.23	1.42	1.65	1.90	2.20	2.53
	السافن	--	--	--	--	--	--	--	--	6.85	10.08
	جالو – اجخرة	--	--	--	--	--	--	--	--	1.04	1.53
	طريق جالو – الكفرة	--	--	--	--	--	--	--	--	1.04	1.53
	طريق اوجلة – اجدابيا	--	--	--	--	--	--	--	--	5.98	8.79
	طريق جالو – اوجلة	--	--	--	--	--	--	--	--	2.08	3.06
	المجموع	**5.80**	**7.39**	**13.78**	**21.78**	**29.80**	**37.84**	**45.92**	**54.03**	**79.18**	**101.02**
حقول النفط		0	3.248	16.24	32.48	48.72	64.96	81.2	97.44	113.68	129.92
اجمالى السحب من الحوض		**5.8**	**10.638**	**44.059**	**143.44**	**293.5**	**316.29**	**353.72**	**420.2**	**471.3**	**587.94**

جدول (5–6) تقدير كميات السحب من المياه الجوفية (مليون متر مكعب/السنة) في حوض الكفرة

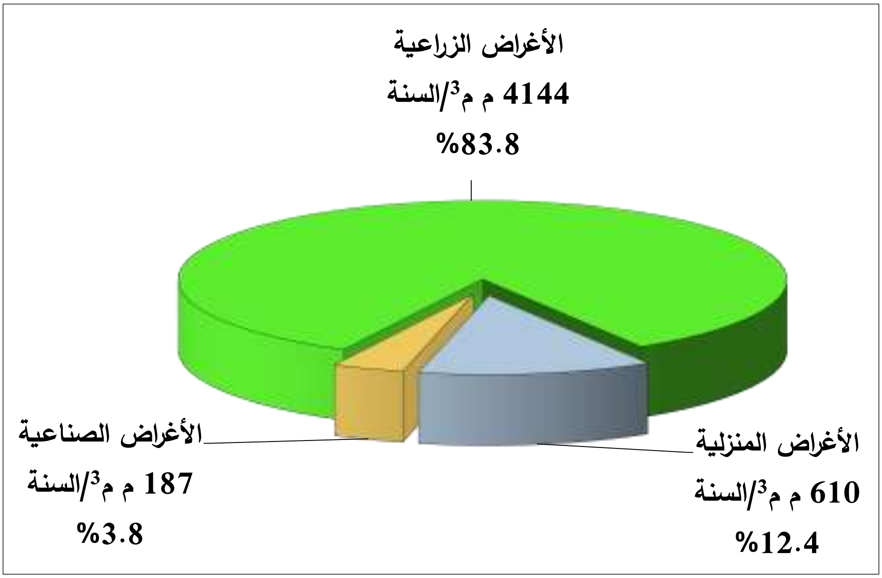
المشروع		1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
مشروع الكفرة الانتاجى		25.00	44.54	72.53	100.51	119.10	99.22	103.80	62.70	63.00
مشروع الكفرة الاستيطانى		5	6.17	8.48	10.78	13.09	15.39	17.70	20	25
الواحة	المزارع الخاصة بالهواري	1.828	4.212	6.597	8.981	10.332	10.332	10.332	10.332	10.332
	أشجار النخيل بالهواري	1.016	2.345	3.672	4.999	5.751	5.751	5.751	5.751	5.751
	المزارع الخاصة بالكفرة	5.874	13.536	21.198	28.860	33.202	33.202	33.202	33.202	33.202
	أشجار النخيل بالكفرة	0.385	0.886	1.388	1.889	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174
	المنطقة الخضراء بالكفرة	0.096	0.220	0.345	0.470	0.541	0.541	0.541	0.541	0.541
	المجموع	9.199	21.199	33.2	45.199	52	52	52	52	52
اجمالي السحب من الحوض		**39.20**	**71.91**	**114.20**	**156.49**	**184.19**	**166.61**	**173.50**	**134.70**	**140.00**

جدول (5–7) تقدير كميات السحب من المياه الجوفية (مليون متر مكعب/السنة) في منطقة تازربو

المنطقة	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
واحة تازربو	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	4.00
قرية تازربو	0	0	0	0	1.55	1.55	4.00	8.00	10.00
مشروع النهر	--	--	--	--	--	--	--	40.12	196.4
المجموع	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**4.55**	**4.55**	**6.00**	**50.12**	**210.4**

5-1-1- الاستعمالات الحالية للمياه

يتم استعمال الموارد المائية في الأغراض الحضرية (المنزلية) والزراعية والصناعية. شكل (5-2) يبين كميات المياه المستهلكة في الأغراض المذكورة أعلاه، والنسبة التي يمثلها كل غرض من إجمالي الاستهلاك حسب تقدير العام 2010م.



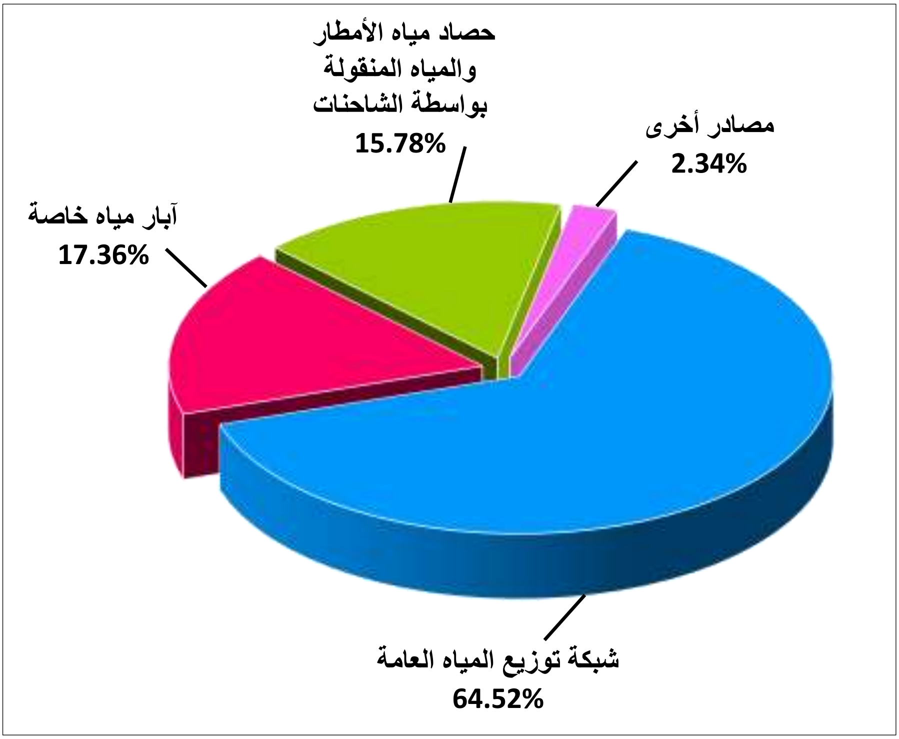
شكل (5-2) استعمالات المياه للأغراض المختلفة في عام 2010م

أ- الاستعمالات المنزلية

يحصل السكان على المياه اللازمة للاستخدام الحضري من عدة مصادر يمكن تلخيصها فيما يلي:

- شبكة توزيع المياه العامة بنسبة 64.5%.
- الآبار الخاصة بنسبة 17.4%.
- المياه المجمعة من الأمطار أو المنقولة بواسطة الشاحنات بنسبة 15.8%.
- مصادر غير محددة بنسبة 2.3%.

شكل (5-3) يبين مصادر الحصول على المياه اللازمة للإستخدام الحضري.



المصدر: شركة القصبة للاستشارات والخدمات الفنية والتدريب

شكل (5-3) مصادر الحصول على المياه اللازمة للإستخدام الحضري

جدول (5-8) يبين كميات المياه المتاحة للإمداد المائي للأغراض الحضرية في عامي 2010م و 2015م ومصادرها المختلفة، وذلك بناءً على البيانات المتحصل عليها من التقارير السنوية للشركة العامة للمياه والصرف الصحي.

جدول (5-8) الإمداد المائي للأغراض الحضرية في 2010م و 2015م

المنطقة	كميات المياه المتاحة 2010م (م^3/يوم)				كميات المياه المتاحة 2015م (م^3/يوم)			
	آبار المياه	محطات التحلية	منظومات النهر الصناعي	الإجمالي	آبار المياه	محطات التحلية	منظومات النهر الصناعي	الإجمالي
البطنان	13002	34998	0	48000	8424	30000	0	38424
الجبل الاخضر	37174	24000	0	61174	32854	31967	0	64821
درنة	30700	49000	0	79700	28044	47313	0	75357
المرج	22160	36000	0	58160	15697	38179	0	53876
بنغازي	21693	1500	270000	293193	35398	3500	261000	299898
اجدابيا	0	0	52649	52649	0	0	24618	24618
الواحات	7604	120	11292	19016	8020	0	13526	21546
الجفرة	19560	0	0	19560	22960	0	0	22960
الكفرة	33645	0	0	33645	38195	0	0	38195
سرت	2500	0	80200	82700	2500	0	62889	65389
مصراته	45599	32427	97898	175924	48145	13982	100000	162127
المرقب	45650	356	8458	54464	34743	20000	10866	65609
طرابلس	1440	0	510000	511440	18853	0	517567	536420
الجفارة	279885	5500	0	285385	52311	0	5000	57311
الزاوية	60139	0	0	60139	48000	0	0	48000
صبراته-زوارة	18368	20000	0	38368	24053	50855	0	74908
جادو-غريان	7870	0	14850	22720	10744	0	12767	23511
مزدة-الشويرف	6200	0	4300	10500	4365	0	6535	10900
نالوت	6130	0	800	6930	6174	0	793	6967
غدامس	5700	0	0	5700	5750	0	0	5750
سبها	40800	0	0	40800	36960	0	0	36960
مرزق	30720	0	0	30720	30240	0	0	30240
وادى الحياة	17760	0	0	17760	23808	0	0	23808
وادى الشاطيء	31200	0	0	31200	31744	0	0	31744
غات	9120	0	0	9120	8432	0	0	8432
الإجمالي	794619	203901	1050447	2048967	576414	235796	1015561	1827771

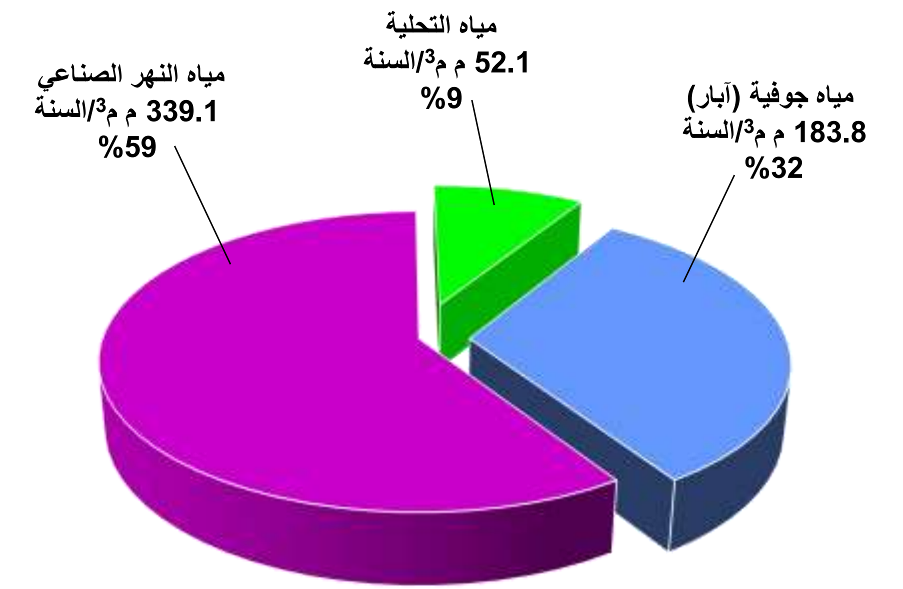
المصدر: الشركة العامة للمياه والصرف الصحي

قدرت الشركة العامة للمياه والصرف الصحي إجمالي كمية المياه الموزعة عبر شبكات توزيع المياه العامة بكافة مناطق ليبيا خلال سنة 2017م بحوالي 575 مليون متر مكعب (جدول 5-9)، وقد تم توفير معظم هذه الكميات من مشروع النهر الصناعي (59%)، ثم آبار المياه التابعة للشركة العامة للمياه والصرف الصحي (32%)، فالشركة العامة لتحلية المياه (9%) كما هو مبين في شكل (5-4). يتم إستخدام معظم مياه مشروع النهر الصناعي لسد احتياجات كل من مناطق بنغازي وطرابلس، بينما تستخدم كميات أقل بالمنطقة الوسطى الشرقية والوسطى وجبل نفوسة. أما معظم مياه الشركة العامة للتحلية فتستخدم لتغذية مناطق الجبل الأخضر والمناطق الوسطى والغربية.

جدول (5-9) إجمالي كمية المياه الموزعة
عبر شبكات توزيع المياه العامة في 2017م

المنطقة	كمية المياه الموزعة حسب المصدر(متر مكعب)			إجمالي الكمية (متر مكعب)	عدد المستهلكين
	التحلية	مشروع النهر الصناعي	الآبار		
طرابلس	--	154516834	21141001	175657835	1714688
سهل بنغازي	5625494	113669979	17985213	137280686	967255
الجبل الأخضر	32868657	--	15452048	48320705	589878
الوسطى الشرقية	--	40200200	27488360	67688560	475203
الوسطى	3335464	28751817	38560797	70648078	979437
الغربية	10270331	--	23420196	33690527	663435
جبل نفوسة	--	1956000	8828180	10784180	424550
الجنوبية	--	--	30971843	30971843	452424
الإجمالي	**52099946**	**339094830**	**183847638**	**575042414**	**6266870**

المصدر: شركة القصبة للاستشارات والخدمات الفنية والتدريب

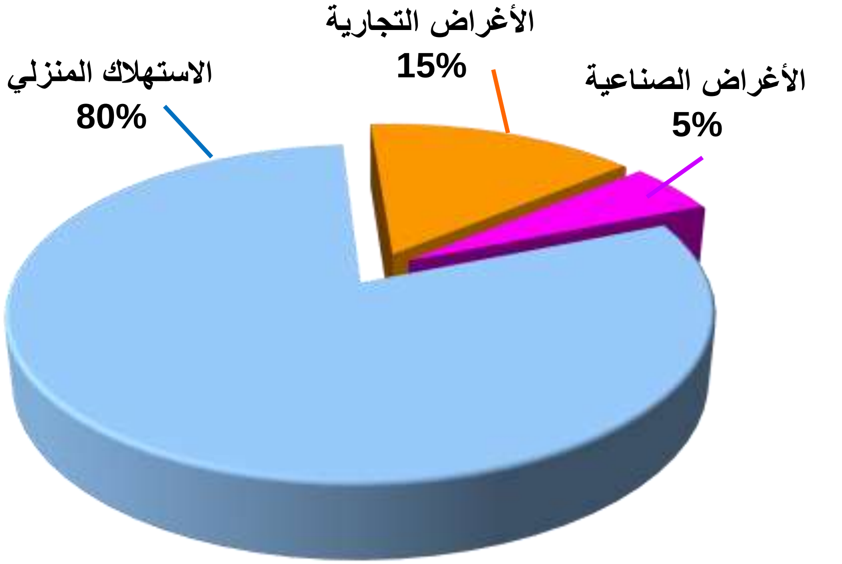


المصدر: شركة القصبة للاستشارات والخدمات الفنية والتدريب

شكل (5-4) مصادر المياه الموزعة عبر شبكات المياه العامة في عام 2017م

هذه المياه تشمل جميع الاستهلاكات المائية داخل المخططات الحضرية، والتي تستخدم في المنازل لأغراض الشرب والطهي والنظافة بكافة أنواعها، وما يستهلك لري الحدائق المنزلية، وكذلك ما يستخدم في الوحدات الخدمية والإدارية والمرافق السياحية والورش والمنتزهات، بالإضافة إلى الإستخدامات التجارية والصناعية صغيرة النطاق داخل المدن، وغيرها من الإستخدامات المتعلقة بالأنشطة البشرية داخل المخططات الحضرية.

شكل (5-5) يبين نسب إستخدام المياه للأغراض الحضرية داخل مخططات المدن حسب تقديرات الشركة العامة للمياه والصرف الصحي.



شكل (5-5) نسب إستخدام المياه للأغراض الحضرية داخل مخططات المدن

وبناءً على ما ورد في تقرير الشركة العامة للمياه والصرف الصحي بتاريخ 2020م، فإن إجمالي كمية المياه الموزعة عبر شبكات توزيع المياه العامة خلال عام 2020م قدرت بحوالي 383 مليون متر مكعب (جدول 5-10)، منها حوالي 164 مليون متر مكعب من مشروع النهر الصناعي (43%)، وحوالي 196 مليون متر مكعب من آبار المياه التابعة للشركة العامة للمياه والصرف الصحي (51%)، وحوالي 22 مليون متر مكعب من مياه التحلية عن طريق الشركة العامة لتحلية المياه (6%) كما هو مبين في شكل (5-6).

جدول (5-10) إجمالي كمية المياه الموزعة
عبر شبكات توزيع المياه العامة في 2020م

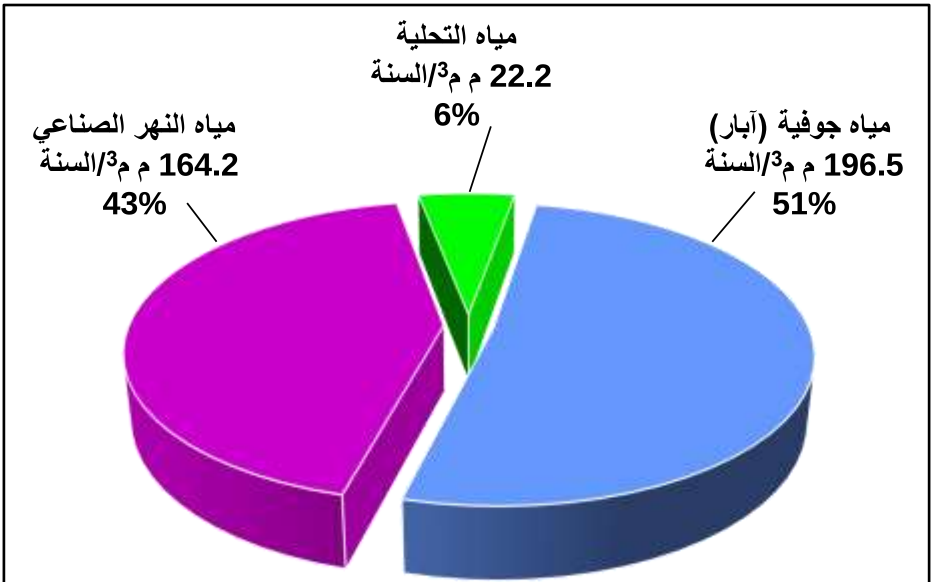
المنطقة	كمية المياه الموزعة حسب المصدر(متر مكعب)			إجمالي الكمية
	التحلية	مشروع النهر الصناعي	الآبار	
طرابلس	--	--	16679624	16679624
سهل بنغازي	647076	99497423	18182326	118326825
الجبل الأخضر	14558260	--	12895042	27453302
الوسطى الشرقية	--	40837015	34158741	74995756
الوسطى	1974912	22373587	31181506	55530005
الغربية	5041184	--	19478556	24519740
جبل نفوسة	--	1452000	9647538	11099538
الجنوبية	--	--	54277357	54277357
الإجمالي	**22221432**	**164160025**	**196500690**	**382882147**

المصدر: الشركة العامة للمياه والصرف الصحي 2020

ب- الاستعمالات الزراعية

يعتبر قطاع الزراعة من أهم وأكبر القطاعات المستهلكة للمياه في ليبيا، حيث قدرت كمية المياه المنتفع بها في هذا القطاع بحوالي 2681 مليون متر مكعب/السنة والمساحة المروية حوالي 251 ألف هكتار (استراتيجية الأمن المائي 2014م) جدول (5-11).

تقدر المساحات المروية في مختلف مناطق ليبيا بأنها تتراوح ما بين 250- 335 ألف هكتار منها حوالي 95 ألف هكتار في سهل الجفارة وحده. وتتميز الأحواض الجنوبية (حوض مرزق، الكفرة والسرير- سرت) بوجود مشاريع إنتاجية زراعية عامة (قدرت مساحتها بحوالي 40 ألف هكتار) واستيطانية (قدرت مساحتها المروية بحوالي 75 ألف هكتار) لإنتاج الحبوب والأعلاف والفواكه والخضروات.



شكل (5-6) مصادر المياه الموزعة عبر شبكات المياه العامة في عام 2020م

جدول (5-11) استهلاك المياه للأغراض الزراعية (سنة 2010م)

المنطقة المائية	مرزق		سهل الجفارة		الكفرة والسرير		غدامس-سوف الجين		الجبل الأخضر	
كمية المياه المستهلكة	مليون متر مكعب	%	مليون متر مكعب	%	مليون متر مكعب	%	مليون متر مكعب	%	مليون متر مكعب	%
	805	30.0	723	27.0	533	19.9	330	12.3	290	10.8

كميات الاستهلاك 2681 مليون متر مكعب/السنة والمساحة المروية حوالي 251 الف هكتار (استراتيجية الأمن المائي 2014م).

ولكن في السنوات الأخيرة تم إقامة مشاريع جديدة للنخيل والزيتون بالإضافة إلى انتشار المزارع الخاصة، وما ترتب عليه من حفر عشوائي لآبار المياه بدون

ترخيص أو مواصفات فنية، حيث قدر استهلاك المزارع الخاصة للمياه من إجمالي ما تستهلكه الزراعة بحوالى27% في سهل الجفارة و 24% في حوض السرير- سرت، 54% في حوض الكفرة و 69% في حوض مرزق.

وبالتالي تجاوزت المساحة المروية 350 الف هكتار وأصبحت كمية المياه المنتفع بها للأغراض الزراعية تصل إلى حوالي 4144 مليون متر مكعب في العام. وبذلك يتراوح نسبة ما تستهلكه الزراعة من مياه ما بين 65% إلى 97% من إجمالي كميات المياه المنتجة (بمعدل حوالي 84%).

ج- الاستعمالات الصناعية

يأتي استهلاك المياه في المجال الصناعي في المرتبة الثالثة من حيث كميات المياه المستغلة، حيث قدرت إحتياجات قطاع الصناعة من المياه بحوالي 3.8% من إجمالي الاستهلاك، وبذلك يكون الاستهلاك الصناعي من المياه حوالي 187 مليون متر مكعب في العام. منها حوالي 78% يتم استهلاكه لإنتاج النفط يتركز أغلبه في حوض السرير- سرت.

5-1-2- الاحتياجات المستقبلية من المياه

إن الطلب على المياه في تزايد مستمر لمواكبة النمو السكاني ومتطلبات التطور السريع الذي تشهده كافة قطاعات التنمية المختلفة. وقد تم تقدير الاحتياجات الحضرية المستقبلية من المياه أخذاً في الاعتبار معدلات النمو السنوي للسكان ومتوسط استهلاك الفرد اليومي للمياه 300 لتر/ يوم للفرد.

يبين جدول (5-12) تقدير الاحتياجات الحضرية من المياه لسنة 2015 و 2020 و 2025 و 2030 و 2040 و 2050م.

أما الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض الزراعية فيمكن تقديرها على أساس إضافة حوالى 72000 هكتار لزراعة الحبوب (قمح طري) كمشاريع جديدة مقترحة.

جدول (5-12) الاحتياجات الحضرية المستقبلية من المياه (2015م-2050م)

المنطقة	عدد السكان 2006م	معدل النمو السكاني %	الاحتياجات المائية (م^3/يوم)					
			2015م	2020م	2025م	2030م	2040م	2050م
البطنان	167024	2.5	59772	67626	76513	86567	110813	141850
الجبل	212691	2.18	74002	82428	91813	102266	126879	157417
درنة	163351	1.72	57135	62220	67758	73790	87510	103782
المرج	194570	1.74	65119	70984	77379	84349	100230	119101
بنغازي	702505	1.49	229891	247536	266535	286992	332738	385776
اجدابيا	143313	2.08	51746	57356	63574	70467	86574	106364
الواحات	33734	2.08	12180	13501	14964	16587	20378	25037
الجفرة	52342	2.82	20168	23177	26635	30608	40421	53381
الكفرة	50104	1.90	17806	19563	21493	23614	28505	34408
سرت	141378	2.32	52137	58472	65577	73545	92504	116350
مصراته	550938	2.09	199101	220795	244853	271532	333928	410662
المرقب	432202	1.78	151974	165990	181299	198019	236228	281810
طرابلس	1145340	2.00	381977	421734	465628	514091	626674	763912
الجفارة	469071	2.35	167571	188208	211387	237420	299499	377811
الزاوية	290993	2.00	104329	115188	127177	140413	171163	208647
صبراته-	287662	1.72	100615	109570	119323	129944	154106	182761
جادو-	265916	1.47	90971	97857	105264	113232	131023	151608
مزدة-	38243	1.47	13083	14073	15139	16285	18843	21804
نالوت	73569	1.43	25079	26924	28905	31032	35766	41223
غدامس	19655	1.43	6700	7193	7722	8291	9555	11013
سبها	134162	2.37	49694	55869	62810	70615	89253	112811
مرزق	72382	3.08	28531	33204	38643	44972	60909	82495
وادى	76858	3.05	30216	35114	40806	47420	64039	86481
وادى	84398	1.93	30073	33089	36408	40059	48498	58714
غات	23518	2.53	8834	10010	11342	12851	16499	21182
الإجمالي	5672658		2028705	2237682	2468947	2724961	3322535	4056400

أما الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض الزراعية فيمكن تقديرها على أساس إضافة حوالى 72000 هكتار لزراعة الحبوب (قمح طري) كمشاريع جديدة مقترحة وتوسعة المشاريع الزراعية القائمة باحواض الكفرة والسرير- سرت ومرزق، قدر استهلاكها من المياه بحوالي 864 مليون متر مكعب من المياه سنوياً.

كما سيتم ضخ حوالي 2345.7 مليون متر مكعب من المياه الجوفية سنوياً من خلال منظومات مشروع النهر الصناعي عند اكتمالها جميعاً موزعة على النحو التالي:

- حقل آبار غدامس 91 مليون متر مكعب/السنة
- حقل آبار السرير 365 مليون متر مكعب/السنة
- حقل آبار تازربو 365 مليون متر مكعب/السنة
- حقل آبار الكفرة 613.2 مليون متر مكعب/السنة
- حقل آبار جبل الحساونة 912.5 مليون متر مكعب/السنة

ستستغل مياه هذه المنظومات لتغطية الاحتياجات المستقبلية من المياه للأغراض الحضرية والزراعية والصناعية.

5-2- تقييم الموارد المائية المتاحة

5-2-1- موارد المياه التقليدية

موقع ليبيا الجغرافي الذي يتوسط شمال قارة أفريقيا، وهو جزءٌ من الصحراء الكبرى ذو المناخ الجاف كان من أهم أسباب ندرة الموارد المائية الطبيعية، حيث لا يتجاوز المعدل السنوي للأمطار 100مم على 96% من المساحة الكلية للبلاد، كما تفتقر البلاد إلى مصادر المياه السطحية دائمة الجريان ماعدا بعض الأودية الموسمية التي تتخلل السفوح الشمالية والجنوبية لجبل نفوسة والجبل الأخضر، حيث تشهد هذه الأودية جرياناً سطحياً من حين إلى آخر أثناء فصل الشتاء.

لذلك تعتبر المياه الجوفية المورد الرئيسي إذ تساهم بأكثر من 98% من إجمالي الاستهلاك وهي المصدر الوحيد المتاح للاستغلال للأغراض المختلفة في أغلب مناطق البلاد، وتتواجد المياه الجوفية ضمن أحواض رئيسية تتكون من خزانات جوفية مياهها متجددة بالأحواض المائية الواقعة في الشمال، هذه الخزانات تتلقي تغذية مباشرة من مياه الأمطار والجريان السطحي. كمية المياه المتاحة للاستغلال بهذه الخزانات تقدر بكمية المياه التى يمكن تعويضها من التغذية السنوية. وخزانات مياهها غير متجددة تتواجد بالأحواض الرسوبية الكبرى الواقعة في الوسط والجنوب. هذه الأحواض تم تغذيتها في فترات مطيرة سابقة تصل إلى آلاف السنين وتعرف هذه المياه بالمياه الأحفورية (Fossil water). تحدد كميات المياه المتاحة للاستغلال من هذه الخزانات بأنها الكمية التى يمكن سحبها من المخزون الجوفي دون حدوث تأثيرات سلبية وخطيرة على كمية ونوعية المياه وبمعدلات هبوط سنوية مقبولة من الناحية الفنية والاقتصادية خلال فترة الاستثمار المستهدفة.

ونظراً لزيادة الطلب على المياه بصورة مستمرة لمواكبة متطلبات التطور السريع الذي تشهده كافة قطاعات التنمية المختلفة أصبحت الخزانات الجوفية بالأحواض المائية وخاصة الواقعة في الشمال عجزاً في الميزان المائي نتج عنه هبوط حاد في مناسيب المياه تجاوز 2.5 متر سنوياً في مناطق الاستغلال المكثف، مصحوباً بتدهور ملحوظ في نوعية المياه نتيجة زحف المياه المالحة لتعويض الفاقد في المياه العذبة على طول إمتداد الشريط الساحلي، جعل ملوحة المياه في بعض المناطق تتجاوز الحد المسموح به لاستخدامها في أغراض الشرب والزراعة.

كما سجل هبوط في مناسيب المياه بمناطق سبها ووادي الحياة والكفرة تراوح ما بين 0.5 – 1.5 متر سنوياً نتيجة للانتشار العشوائي لمزارع القطاع الخاص.

5-2-2- موارد المياه غير التقليدية

أ- تحلية مياه البحر

بالرغم من أن تكلفة المتر المكعب من مياه البحر المحلاة (مزالة الملوحة) في انخفاض مستمر، وقد تصل إلى حوالي 0.5 دولار، كما أنه تم مؤخراً تطوير محطات متوسطة وصغيرة الحجم لتحلية المياه المالحة تتميز بأنها تستهلك طاقة وتكاليف تشغيل قليلة، ويمكن استخدام هذه المحطات على نطاق محلي في القرى والبلدات والتجمعات السكانية، دون الحاجة لتمديدات أو شبكات تصل إلى عشرات الكيلومترات أو أكثر. وهو أمر يناسب ظروف البلدان ذات المساحات الكبيرة التي لم تكمل تجهيز وتحديث بنيتها التحتية بعد.

بالرغم من ذلك لازالت اسهامات التحلية متواضعة جداً حيث تراوح ما تم إنتاجه سنوياً من مياه محلاة خلال الفترة ما بين 2009م إلى 2017م من 36 إلى 76 مليون متر مكعب/السنة أي ما يعادل 25% إلى 53% من الإنتاجية التصميمية للمحطات العاملة (بنسبة لا تتجاوز 13% من إجمالي الإمداد الحضري من المياه)، وفي عام 2020م تناقصت كمية المياه المنتجة من هذه المحطات لتصل إلى حوالي 22.2 مليون متر مكعب أي ما يعادل نسبة 6% من إجمالي الإمداد المائي للأغراض الحضرية. هذه الكمية لا تتناسب مع حجم الاحتياجات الحالية والمستقبلية، ولن تساهم فى سد العجز فى الموارد المائية خاصة مع زيادة عدد السكان الذى من المتوقع أن يتجاوز 10 مليون نسمة في عام 2030م.

شـركة القصــبة للاسـتشـارات والخدمات الفنية والتدريب في تقريرها لتقييم قدرات مؤسسات إمداد المياه في ليبيا، أوضحت بأن بعض المناطق تعاني

عجزاً في الإمداد المائي للأغراض المنزلية من محطات التحلية التابعة للشركة العامة لتحلية المياه.

جدول (5-13) يبين الطلب على المياه للتجمعات التي تزود أو مخطط لإمدادها بالمياه من محطات التحلية التي تتبع الشركة العامة لتحلية المياه للسنوات 2018م و 2023، حيث قدر إجمالي هذا الطلب بحوالي 407,000 و 450,000 متر مكعب يومياً لعامي 2018م و 2023م على التوالي.

يلاحظ من هذا الجدول وجود عجز في إمدادات المياه في المناطق التي تزود من محطات التحلية بطبرق وسوسة وزليتن والزاوية وزوارة، وذلك بسبب تجاوز معدلات الطلب السعات التصميمية لهذه المحطات. وقد قدر إجمالي العجز في الإمداد المائي من هذه المحطات خلال عامي 2018م و 2023م بحوالي 57,500 و 100,000 متر مكعب في اليوم، على التوالي. ويمثل هذا العجز حوالي 16% و 29% من إجمالي السعات المركبة لمحطات التحلية التابعة للشركة العامة لتحلية المياه.

ويرجع انخفاض إنتاجية محطات الشركة العامة لتحلية المياه أساساً إلى توقف تشغيل المحطات بشكل متكرر ولمدة طويلة في بعض الأحيان وذلك الأسباب التالية:

- تعاني أغلب المحطات من أعطال كثيرة نظراً لعدم توفر قطع الغيار ومستلزمات التشغيل (المواد الكيميائية والمواد المستهلكة، الوقود وانقطاع التيار الكهربائي) وعدم إجراء الصيانة بشكل دوري، بالإضافة إلى عدم توفر الكوادر البشرية المؤهلة في مجال التشغيل والصيانة. حيث تعتمد الشركة العامة لتحلية المياه على شركات خاصة محلية وأجنبية لتنفيذ جميع أنواع الصيانة الأمر الذي أثقل كاهل الشركة مالياً.

جدول (5-13) الطلب على المياه خلال 2018م و 2023م

مقابل السعات التصميمية لمحطات التحلية

المحطة	السعة التصميمية (م^3/اليوم)	الطلب على المياه 2018م (م^3/اليوم)	الطلب على المياه 2023م (م^3/اليوم)	الموازنة المائية 2018م	الموازنة المائية 2023م
طبرق	40,000	52,559	59,465	- 12,559	- 19,465
بومبة	40,000	16,265	17,713	13,735	12,287
درنة	40,000	30,864	33,611	9,136	6,389
سوسة	50,000	65,790	73,281	- 15,790	- 23,281
أبو ترابة	40,000	32,656	35,598	7,344	4,402
زليتن	30,000	30,328	33,633	- 328	- 3,633
الزاوية	80,000	90,803	100,652	- 10,803	- 20,652
زوارة	40,000	88,247	96,102	- 48,247	- 56,102
الإجمالي	**350,000**	**407,512**	**450,054**	**- 57,512**	**- 100,054**

المصدر: شركة القصبة للاستشارات والخدمات الفنية والتدريب

- جميع المحطات التابعة للشركة العامة لتحلية المياه تعمل لإنتاج المياه فقط، ولا تنتج كهرباء، والعجز في شبكة الكهرباء العامة أثر سلباً على إنتاجها وسرع في تهالكها.

- لم تواكب الشركة العامة لتحليه المياه التطورات العلمية في مجال صناعة تحلية المياه، حيث أن جميع هذه المحطات تعمل بأنظمة قديمة، وذلك لأن الشركة العامة لتحليه المياه إعتمدت إعتماد شبه كلي على مكاتب استشارية خاصة وشركات أجنبية للقيام بأعمال تصميم وتنفيذ هذه المحطات؛ وعادة ما يكون المورد لمحطات التحلية هو المسؤول على تصميمها وتنفيذها وتقديم الاستشارات

الفنية للمالك، وهذا قد يكون أحد أهم الأسباب في تدني الإنتاجية الفعلية لهذه المحطات وتهالكها.

- سوء اختيار مواقع المحطات لعدم الألمام بالظروف البيئية المحلية كالتيارات والأعشاب البحرية والتغيرات في درجة الحرارة، أدى إلى توقف بعض المحطات أو تدني كفاءتها بعد التشغيل.

ب- مياه الصرف الصحي

وفقا لبيانات الشركة العامة للمياه والصرف الصحي لسنة 2010م كان العدد الإجمالي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي المنفذة حوالي 53 محطة، منها 14 محطة فقط تعمل و 14 محطة تحتاج لصيانة و25 محطة منتهية أو متهالكة (لا تعمل ولا يمكن صيانتها). حيث قدر نسبة ما يتم معالجته من مياه الصرف الصحي بحوالي 11٪ فقط، والباقي يتم صرفه دون معالجة (جدول 5-14).

ونظراً لتناقص عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تعمل حالياً، وأصبح عددها محدود جداً، ومعظمها متهالكة أو تعاني من مشاكل فنية، والصالح منها تعمل بشكل جزئي (تعمل بكفاءة متدنية جداً)، لذلك أصبح نسبة ما يتم معالجته من مياه الصرف الصحي فعلياً لا يتجاوز 3% من إجمالي كمية المياه المطلوب معالجتها، أي أن ما يتم صرفه بدون معالجة في البحر أو على سطح الأرض أو في مجاري الأودية الموسمية يتجاوز 500 مليون متر مكعب/السنة.

هذه المياه لها مخاطر على الصحة والبيئة والثروة السمكية، وكان بالإمكان الاستفادة منها وإعادة استخدامها بعد معالجتها بدلاً من ضياعها لتصبح مصدراً للتلوث.

جدول (5-14) الإمداد المائي ومعالجة مياه الصرف الصحي 2010م

المنطقة	إجمالي الإمداد المائي (م^3/يوم)	إجمالي كمية مياه الصرف الصحي المطلوب معالجتها (م^3/يوم)	كمية مياه الصرف الصحي المعالجة 2010(م^3/يوم)	كمية مياه الصرف الصحي التى يتم ضخها للبحر وللأحواض الترابية أو الآبار السوداء	نسبة المياه المعالجة (%)
البطنان	46662	37330	28000	9330	75.0
الجبل الأخضر	49299	39439	12000	27439	30.4
درنة	49983	40057	800	39186	2
المرج	41550	33240	0	44467	0
بنغازي	303453	242762	0	242762	0
اجدابيا	36710	29368	0	29368	0
الواحات	19407	15526	0	15526	0
الجفرة	17760	14208	0	14208	0
الكفرة	33645	26916	0	26916	0
سرت	56913	45530	24000	21530	52.7
مصراته	155895	138472	24000	114472	15.17
المرقب	48167	38537	8000	30537	20.76
طرابلس	481507	385206	28000	257206	7.3
الجفارة	49972	39978	2400	37578	6
الزاوية	54252	43402	0	43402	0
صبراته-زوارة	31573	25258	0	25258	0
جادو-غريان	28070	22456	3600	18937	16.03
نالوت-غدامس	10356	8285	0	8285	0
سبها	36480	29184	15000	14184	51.4
مرزق	30720	24476	0	17158	0
وادى الحياة	17760	13320	0	13320	0
وادى	30720	24576	0	24576	0
غات	8160	6528	0	24576	0
الإجمالي	**1639014**	**1324054**	**145800**	**1100221**	**11.01**

فيما يلي بعض الملاحظات المتعلقة بمعالجة مياه الصرف الصحي:

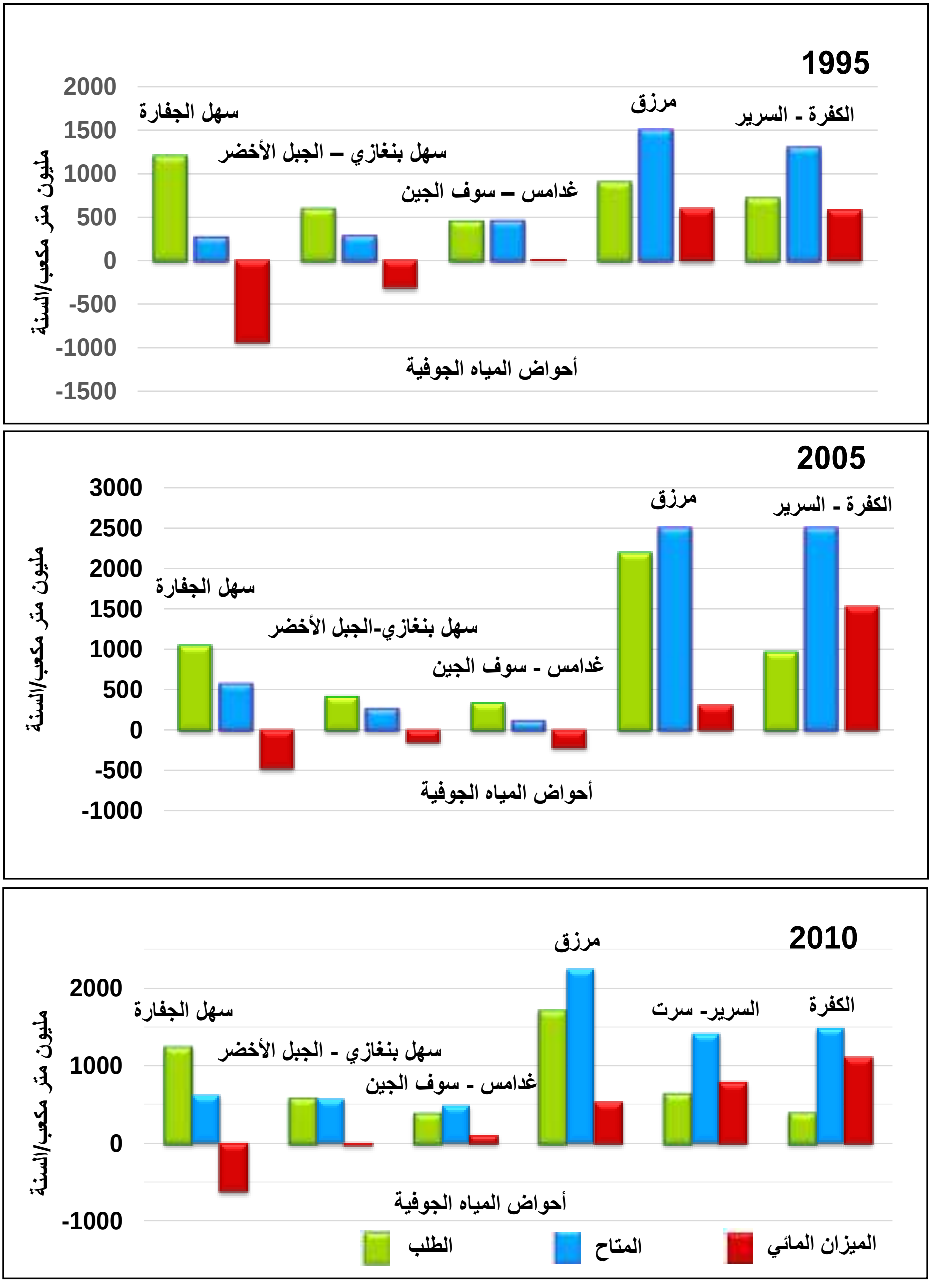
- إعادة استخدام المياه المعالجة يكاد يكون معدوم.
- تدني كفاءة محطات المعالجة وتوقف أغلبها نتيجة لعدم توفر قطع الغيار والصيانة الدورية.
- إلقاء المخلفات الصلبة داخل غرف التصريف، والتوصيلات غير القانونية على شبكات تصريف مياه الأمطار، وتصريف الزيوت والشحوم ومياه الصرف الصناعي على الشبكات العامة.
- عدم تخصيص أموال كافية لأغراض التشغيل والصيانة وبناء القدرات البشرية.
- تدني إرادات الجباية كان له الأثر السلبي على أداء الشركة العامة للمياه والصرف الصحي لتحقيق أهدافها.

5-2-3- الموازنة المائية

تعتبر الموازنة المائية من المؤشرات المهمة التي توضح العلاقة بين الإمكانيات المائية المتاحة واستهلاك المياه للأغراض المختلفة، وتساعد في إعداد الخطط والبرامج والسياسات المائية المستقبلية بما يضمن استدامة الموارد المائية.

هذا وتجدر الإشارة إلى أن أغلب الدراسات المائية التي تضمنت إعداد الموازنة المائية أوضحت بأن هناك عجز مائي يتركز في المناطق المتميزة بالكثافة السكانية والأنشطة الحضرية والزراعية والاقتصادية.

الشكل (5-7) يبين الميزان المائي للأحواض المائية الرئيسية في ليبيا خلال السنوات 1995، 2005 و 2010م.



شكل (5-7) الميزان المائي للأحواض المائية الرئيسية في ليبيا خلال السنوات 1995، 2005، 2010م

لقد تضاعفت معدلات استهلاك المياه خلال العقود الأربعة الماضية استجابة للزيادة الملحوظة في عدد السكان وتحسن مستويات المعيشة والتطور العمراني وزيادة التنمية الزراعية والصناعية. حيث تم تقدير كميات المياه المستخدمة في سنة 2010م من خلال ما هو متاح من بيانات. كما تم تقدير كميات المياه القابلة للاستغلال بالأحواض المائية من خلال الدراسات السابقة وبناءً على النتائج المتحصل عليها من النماذج الرياضية الخاصة بتقييم وإدارة الموارد المائية في الأحواض المائية الكبرى.

الموازنة المائية خلال عام 2010م تم تحديدها من خلال الفرق بين كميات المياه المتاحة للاستغلال، وكميات المياه التي تم استغلالها خلال نفس العام.

جدول (5-15) يوضح مصادر المياه المتاحة وكمياتها والاستهلاك في عام 2010م والذي من خلاله تم تحديد الميزان المائي لكل حوض من الأحواض المائية الرئيسية في ليبيا. كما يبين هذا الجدول الهبوط المتوقع من سحب المياه الجوفية في كل حوض بناءً على نتائج الدراسات الهيدروجيولوجية أثناء تنفيذدها.

من خلال هذا الجدول يمكن ملاحظة وجود عجز في الميزان المائي لأحواض المياه الشمالية (حوض سهل الجفارة وحوض سهل بنغازي – الجبل الأخضر).

كميات المياه المستغلة للأغراض الزراعية في جدول (5-15) تشمل المياه المستعملة لري المزارع الخاصة التي انتشرت مؤخراً بكل الأحواض المائية.

هذا وتجدر الإشارة إلى أنه قد تتعرض بعض الأحواض المائية الجنوبية مستقبلاً إلى عجز في الميزان المائي إذا استمر سحب المياه الجوفية على ما هو عليه خاصة للأغراض الزراعية، وإذا لم يتم السيطرة على الانتشار العشوائي للمزارع الخاصة، والذي تجاوز فيها ما يتم سحبه من المياه لري هذه المزارع 50% من إجمالي استهلاك المياه للأغراض الزراعية .

جدول (5–15) الميزان المائى فى سنة 2010م

المنطقة المائية	الإمكانيات المتاحة (مليون متر مكعب/سنة)						الإجمالي (م م^3/سنة)	الاستهلاك (مليون متر مكعب/سنة)			الإجمالي (م م^3/سنة)	الميزان المائي
	مياه تقليدية			مياه غير تقليدية				زراعي	منزلي	صناعي		
	متجددة	غير متجددة	سطحية	تحلية	معالجة	منقولة						
سهل الجفارة	300	50	25.5	19.70	11.10	215.64	621.94	995.2	228.59	12.3	1236.09	614.15−
غدامس سوف الجين	50	350	16.4	12.26	12.99	45.52	487.17	289	91.72	6.6	387.32	99.85
سهل بنغازي الجبل الاخضر	300	50	15.65	35.47	14.89	«154.89	570.9	378	192.59	6.94	577.53	6.63−
مرزق	--	‴2500	--	---	5.48	−	2244.32	1658	47.30	6.7	1712	532.32
السرير– سرت	--	▲1570	3.84	---	---	−	1414.34	446.83	37.81	°154.44	639.08	775.26
الكفرة		* 1650	---	---	---	−	1483.90	377	12.28	--	389.28	1094.62
الإجمالي	**650**	**6170**	**61.39**	**67.43**	**44.46**		**6822.57**	**4144.03**	**610.29**	**186.98**	**4941.30**	**1881.27**

‴سحب هذه الكمية سيسبب هبوط في مناسيب المياه يتراوح ما بين 0.5 - 1.5 متر سنوياً (الهيئة العامة للمياه النموذج الرياضي المعد من قبل شلمبرجير جاري استكماله).

▲سحب هذه الكمية باقصى هبوط في مناسيب المياه 0.61 متر/السنة (الهيئة العامة للمياه النموذج الرياضي المعد من قبل شلمبرجير 2011م).

« ما يتم نقله من حقل آبار السرير وتازربو (117.77 م م^3/السنة لمدينة بنغازي و 34.12 م م^3/السنة للواحات وسرت للاستعمال الحضري)، وحوالي (37.12 م م^3/السنة لمنطقة بنغازي و 128.42م م^3/السنة لمنطقة سرت للاغراض الزراعية وحوالي 8.15 م م^3/السنة لمنطقة سرت للاغراض الصناعية).

° يتم استغلال حوالي 146.29 م م^3/السنة لانتاج النفط بحوض السرير - سرت.

* سحب كمية 1250 م م^3/السنة من منطقة الكفرة باقصى هبوط في مناسيب المياه 0.90 متر/السنة (الهيئة العامة للمياه النموذج الرياضي المعد من قبل شلمبرجير 2008م). وسحب كمية 400 م م^3/السنة من منطقة تازربو باقصى هبوط في مناسيب المياه 1.64 متر/السنة (الهيئة العامة للمياه النموذج الرياضي المعد من قبل شلمبرجير 2011م).

كما يجب الأخذ في الاعتبار بأن كميات مياه الصرف الصحي المعالجة الواردة بهذه الموازنة لا يتم استغلالها بالصورة المطلوبة، بالإضافة إلى أن كميات مياه التحلية متواضعة جداً.

جدول (5–8) يبين كميات المياه ومصادرها المختلفة التي تم توزيعها في عام 2020م عن طريق الشبكة العامة والتي تقدر بحوالي 383 مليون متر مكعب، وبمقارنة ما هو متاح في هذا الجدول وتقدير الاحتياجات خلال نفس السنة الوارد في جدول (5–12) يتضح بأن هناك عجز في الإمداد المائي للأغراض الحضرية قدر بحوالي 434 مليون متر مكعب.

هذا العجز أدى إلى تناقص كميات الإمداد المائي للأغراض الحضرية خلال الفترة من 2010م إلى 2020م، حيث كانت في عام 2010م حوالي 747.9 مليون متر مكعب، وأصبحت في عام 2020م حوالي 382.9 مليون متر مكعب، كما هو مبين في الجداول 5–8 و 5–9 و 5–10.

تضمنت الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا (2000 – 2025م) إعداد الموازنة المائية المستقبلية للمناطق المائية المختلفة في ليبيا، حيث تم تقدير إجمالي مصادر الموارد المائية حسب تقييم الوضع المائي في عام 1998م، وتم تقدير الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض المختلفة (حضري، زراعة، صناعة) من خلال افتراض عدة توجهات محتملة.

حيث بينت هذه الموازنة ظهور عجز واضح في الميزان المائي مع سنة 2000م يتزايد خلال فترة التقدير ليبلغ أقصاه عام 2025م، خاصة في حالة زيادة استهلاك الفرد إلى 300 لتر/الفرد/اليوم، وزيادة الاستهلاك للأغراض الزراعية مع زيادة عدد السكان.

وكذلك بينت الموازنة المائية التقديرية وفق التوجهات والبدائل المقترحة في الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015 – 2050م بظهور عجز واضح في

الميزان المائي في المناطق الواقعة شمال خط عرض 28 شمالاً قبل عام 2015م في حالة زيادة الاستهلاك الزراعي مع زيادة عدد السكان، وسيظهر العجز المائي قبل عام 2025م إذا تم تخفيض إجمالي الاستهلاك بنسبة 25%. أما إذا تم تخفيض إجمالي الاستهلاك إلى 50% فسيظهر العجز المائي قبل عام 2040م.

نتائج الموازنات المائية الواردة في الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا (2000 – 2025م)، والاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015 – 2050م مبينة في البند (7–4) الاستراتيجيات الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا بالفصل السابع المتعلق بإدارة الموارد المائية.

من خلال ما هو متاح من دراسات يتضح بأن العجز في الميزان المائي سيزداد مع زيادة الطلب على المياه، حيث يتوقع أن تصل إحتياجات المياه للأغراض الحضرية إلى حوالي مليار متر مكعب في عام 2030م، وستصل الاحتياجات من المياه للأغراض الصناعية في نفس العام إلى حوالي أكثر من 5 مليار متر مكعب من المياه.

5–3– وسائل دراسة وتقييم موارد المياه

5–3–1– الحفر الاستكشافي

يعتبر الحفر من أهم الوسائل الاستكشافية فى مجال البحث والتنقيب عن مصادر المياه الجوفية، وهى الطريقة الوحيدة التي تتيح المجال للتعرف على التتابع الطبقي وأجراء العديد من الاختبارات الحقلية والمعملية للحصول على أكبر قدر ممكن من المعلومات والبيانات المتعلقة بالخواص البتروفيزيائية والهيدروليكية والهيدروكيميائيه للطبقات المخترقة، وبهذه الطريقة يمكن تحديد الطبقات الحاملة للمياه ودراسة خواصها من حيث العمق والسمك والإمتداد الأفقى وتقييم مدى

إمكانية استثمارها من الناحية الاقتصادية فى أوجه التنمية المختلفة.

لقد تم استخدام تقنية الحفر على نطاق واسع فى ليبيا لغرض البحث والتنقيب عن مصادر المياه الجوفية الجديدة فى مناطق متفرقة من البلاد خلال الخمسين سنة الماضية حيث تم حفر العديد من الآبار الاختبارية الإنتاجية صممت ونفذت لغرض التعرف على التتابع الطبقي واختبار الطبقات الحاملة للمياه بهدف استغلالها للأغراض المختلفة.

كما تم كذلك أثناء تنفيذ العديد من الدراسات الهيدروجيولوجية الاستطلاعية والتفصيلية المحلية والإقليمية للأحواض المائية الرئيسية حفر الآبار الاستكشافية والتي تضمنت مواقعها حفر بئر اختباري إنتاجي وبئر مراقبة بهدف التعرف على الخواص الهيدروليكية للطبقات الحاملة للمياه بالإضافة إلي المعلومات والبيانات الجيولوجية والهيدروجيولوجية التي يستفاد منها فى التعرف على عمق وسمك الطبقات الحاملة للمياه وإمتدادها الجغرافي والأمثلة على ذلك كثيرة ومتعددة.

جدول (5-16) يوضح أهم الدراسات الهيدروجيولوجية التي اعتمد فى تنفيذها على حفر الآبار الاستكشافية.

أ- الهدف من حفر الآبار الاستكشافية

يتضمن برنامج الحفر الاستكشافي في ليبيا حفر آبار اختبارية إنتاجية وحفر عدد من آبار المراقبة بمواقع (على مسافات) قريبة من هذه الآبار الاختبارية بهدف تحديد الخواص الهيدروليكية والهيدروكيميائية للخزانات الجوفية المخترقة، كما تم حفر عدد من الآبار الاستكشافية العميقة بمناطق متفرقة من البلاد للتعرف على التتابع الطبقي وإمكانية وجود طبقات حاملة للمياه يمكن الاستفادة منها.

جدول (5-16) بيانات مواقع الحفر الاستكشافي في ليبيا منذ عام 1974م

الموقع	عدد المواقع	عدد الآبار	العمق (متر)	الخزان الجوفي المختبر	الهدف من الاختبار	السنة
غدامس	5 4	5 بئر اختباري إنتاجي عميق 4 بئر اختباري إنتاجي متوسط	672-957 211-318	ككلة نالوت	دراسة هيدروجيولوجية	1974 - 1976
السرير	6	3 بئر اختباري انتاجي 3 بئر مراقبة سطحي 3 بئر مراقبة عميق	391-574 83-298 255-580	ما بعد الإيوسين (الأوليجوسين إلى الميوسين)	دراسة هيدرو- زراعية (السرير - سرت)	1977-1975
سبها	2	2 بئر اختباري إنتاجي	1330-1519	الباليوزوي	التتابع الطبقي وتجارب الضخ	1977-1975
تازربو	9	1 بئر اختباري إنتاجي سطحي 8 بئر اختباري انتاجي عميق	50 395-458 24-44	النوبي والباليوزوي	دراسة هيدروجيولوجية	1979-1978
وادي الشاطىء الجفرة جبل فزان	9	4 بئر اختباري إنتاجي 1 بئر اختباري إنتاجي 1 بئر مراقبة	397-403 1320 301	الباليوزوي	دراسة هيدروجيولوجية تفصلية	1979
القطرون	2	2 بئر اختباري إنتاجي 2 بئر مراقبة	620-753 627-753	ما بعد التاسيلي	العوامل الهيدروليكية	1979 - 1980

يتبع جدول (5-16)

الموقع	عدد المواقع	عدد الآبار	العمق (متر)	الخزان الجوفي المختبر	الهدف من الاختبار	السنة
طرابلس	3	3 بئر اختباري إنتاجي 3 بئر مراقبة عميق	-1103 1152	أبوشيبة والعزيزية	التتابع الطبقي وتجارب الضخ	1980-1979
سوق الأحد	4	1 بئر اختباري إنتاجي 2 بئر مراقبة سطحي	1400	أبوشيبة والعزيزية	التتابع الطبقي وتجارب الضخ	1982-1980
سبها	1	1 بئر اختباري إنتاجي 1 بئر مراقبة	--- ---	ما بعد التاسيلي	الخواص الهيدروليكية للخزان	1981
رأس الطبل	1	1 بئر اختباري إنتاجي	1352	ككلة والباليوزوي	التتابع الطبقي وتجارب الضخ	1983
وادي تشنة	1	1 بئر اختباري إنتاجي	2200	الباليوزوي	التتابع الطبقي وتجارب الضخ	1983
جبل الحساونة	7	6 بئر اختباري إنتاجي 7 بئر مراقبة	360-840 275-544	الباليوزوي	دراسة هيدروجيولوجية تفصلية	1990 - 1986
سيناون – درج	2	2 بئر اختباري إنتاجي	860-885	ككلة	الخواص الهيدروليكية للخزان	1990 - 1989
الويغ – تجرهي – المجدول	9	6 بئر اختباري إنتاجي 9 بئر مراقبة سطحي	400-500 400-500	ما بعد التاسيلي	دراسة هيدروجيولوجية تفصلية	1998 - 1997

يتبع جدول (5-16)

الموقع	عدد المواقع	عدد الآبار	العمق (متر)	الخزان الجوفي المختبر	الهدف من الاختبار	السنة
جبل الحساونة	4	1 بئر اختباري إنتاجي 3 بئر مراقبة عميق	450 500	الباليوزوي الباليوزوي	دراسة هيدرو- كيميائية	1995 - 1996
الهروج الاسود	7	4 بئر استكشافي 3 بئر اختباري إنتاجي	875-1440 620-1100	الطباشيري العلوي الباليوزوي	تقييم وتنمية مصادر المياه	1996 - 1998
رملة العقارب	6	6 بئر اختباري إنتاجي	370-1805	ككلة والباليوزوي	تقييم وتنمية مصادر المياه	1999
تازربو	10	8 بئر اختباري إنتاجي سطحي 7 بئر اختباري إنتاجي متوسط 10 بئر اختباري إنتاجي عميق	55-118 197-335 460-998	الباليوزوي	الخواص الهيدروليكية للخزان (مخطط نقل المياه)	1998 - 2000
السارة	4	4 بئر اختباري إنتاجي 4 بئر مراقبة	700 700	الحجر الرملي النوبي	دراسة هيدروجيولوجية	2001 - 2003
غدامس	2	2 بئر اختباري إنتاجي 2 بئر مراقبة	700-950 700-950	ككلة ككلة	دراسة هيدروجيولوجية (مخطط نقل المياه)	2002 -2006
الجغبوب	5	4 بئر اختباري إنتاجي سطحي 5 بئر اختباري إنتاجي عميق 5 بئر مراقبة عميق	400 1200 1200	الإيوسين الحجر الرملي النوبي الحجر الرملي النوبي	دراسة هيدروجيولوجية تفصيلية (مخطط نقل المياه)	2003 -2004

يتبع جدول (5-16)

الموقع	عدد المواقع	عدد الآبار	العمق (متر)	الخزان الجوفي المختبر	الهدف من الاختبار	السنة
الكفرة	11	9 بئر اختباري إنتاجي متوسط 2 بئر اختباري إنتاجي عميق 10 بئر مراقبة سطحي 11 بئر مراقبة متوسط 2بئر مراقبة عميق	600 800 200 600 800	الحجر الرملي النوبي الحجر الرملي أكاكوس الكمبرو – اردوفيشي	دراسة هيدروجيولوجية تفصيلية (مخطط نقل المياه)	2003 –2007
غدوة – تراغن	1	1 بئر اختباري انتاجي	720	ما بعد التاسيلي	تنمية مصادر المياه	2008
تمنهنت	1	1 بئر اختباري انتاجي	1200	الحجر الرملي النوبي الباليوزوي	جزء من دراسة سرير القطوسة	2008
شمال غرب ليبيا	4	1 بئر اختباري إنتاجي في العسة 1 بئر اختباري إنتاجي في صرمان 1 بئر اختباري إنتاجي في أبوصرة 1 بئر اختباري إنتاجي في جندوبة	340 498 960 805	الميوسين السفلي الميوسين– العزيزية – كرش الميوسين– العزيزية – كرش ككلة – أبوغيلان – العزيزية	تقييم مصادر المياه	2010 2008 2010 2009

يمكن تلخيص الهدف من الحفر الاستكشافي في النقاط التالية:

- التعرف على التتابع الطبقي بمنطقة الدراسة.
- تحديد الطبقات الحاملة للمياه (الخزانات الجوفية، أعماقها، سمكها، نوعها، وامتدادها الأفقي).
- تحديد الطبقات العازلة والشبه عازلة وتحديد خواصها وامتدادها العمودي والأفقي.
- تحديد العمق إلى مناسيب المياه بالآبار المحفورة.
- أجراء الاختبارات والتحاليل الحقلية والمعملية لتحديد:
  - الخواص الطبيعية للصخور المخترقة.
  - العمر الجيولوجي للتكوينات المخترقة.
  - الخواص الهيدروليكية للطبقات الحاملة للمياه.
  - الخواص الهيدروكيميائية للمياه ومدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة.
  - إنتاجية الآبار والهبوط المقابل للسحب.
  - نوع الأنابيب والمواد المستخدمة فى تصميم الآبار الإنتاجية والانشاءات المدنية.
- دراسة علاقة الخزانات الجوفية ببعضها البعض رأسياً وأفقياً، وحركة المياه الجوفية بالخزان الجوفي الواحد أو بين الطبقات المتعددة والتي لها اتصال هيدروليكي فيما بينها فى الخزان الواحد أو الخزانات المختلفة.

ب- الاختبارات المنفذة

لتحقيق الهدف من الحفر الاستكشافي ولتجميع أقصى ما يمكن من المعلومات فان الأمر يتطلب تنفيذ وإجراء بعض أو جميع العمليات والاختبارات والتجارب التالية:

- **التحليل الغربالي (المنخلي)**

بعد تجميع عينات نواتج الحفر من الطبقات الرملية أثناء الحفر، وخاصة الطبقات المتوقع أن تكون خزانات جوفية يتم أجراء التحليل الغربالى لغرض تحديد معامل التجانس والحجم الفعال للطبقات المخترقة بهدف تصميم الآبار الإنتاجية التصميم الأمثل، وذلك باختيار الغلاف الزلطي (الحصوي) المناسب ومصافي ذات فتحات تتناسب مع حبيبات الطبقات الحاملة للمياه لضمان خروج مياه نظيفة وخالية من الرمال للحصول على الإنتاجية المثلى للآبار الإنتاجية بمناطق الاختبار.

- **قطع العينات الأسطوانية (اللبية)**

يتم عادة قطع عدد من العينات الأسطوانية أثناء حفر الآبار الاستكشافية على أعماق مختلفة لغرض إجراء التحاليل المعملية لتحديد:

- المسامية.
- النفاذية الأفقية والرأسية.
- الإنتاج النوعي.
- الموصلية الهيدروليكية.
- التركيب الصخري.

- العمر الجيولوجي للصخور.
- بالإضافة إلي التوزيع الحبيبي.

- **إجراء التصوير الجيوفيزيائي**

تتضـــمن الســـرود الجيوفيزيائية التى يتم إجراءها على بعض أو كل العمليات التالية:

- المقارنـة النوعيـة (الجهـد الـذاتي، القصـــير والطويـل العـادي والجانبي).
- أشعة جاما ونيوترون.
- تصوير المسامية بالنيوترون.
- تصوير درجة الحرارة وفروقاتها.
- درجة التوصيل الكهربي للمياه على طول البئر.
- تصوير اتساع قطر البئر.
- تصوير تلاحم الأسمنت (فى حالة إجراء عمليات الأسمنت).

- **تجارب الضخ**

تضـــمن أغلب نشـــاط الحفر الاســـتكشـــافي تجارب الضـــخ المؤقت والمرحلي والطويل وذلك لتحديد:

- الخواص الهيـدروليكيـة للبئر (معـامـل فقـد البئر، معـامـل فقـد الخزان الجوفي، ومدى كفاءة البئر).
- الخواص الهيدروليكية للطبقات الحاملة للمياه وتشـــمل معامل الإمرارية (الناقلية)، معامل التخزين بالإضـــافة إلى المعاملات الهيدروليكية الأخرى.

وهذه المعلومات ضـــــرورية وهامة جداً لتقييم الخزانات الجوفية وتحديد إمكانياتها المائية وكميات السحب خلال الاستثمار والهبوط المقابل لهذا السحب.

- **التحاليل الكيميائية والجرثومية لعينات المياه**

عادة ما يتم أثناء الحفر الاســـتكشـــافي تجميع عينات من المياه من جميع الطبقات التي يتم اختبارها بهدف تحليلها تحليلا كيميائياً كاملا وجرثومياً لغرض تحديد مدى صـــلاحية هذه المياه للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية.

- **تحليل الغازات الذائبة**

يتم في بعض المواقع الاســـتكشـــافية تحليل الغازات الذائبة فى المياه بالطبقات المختبرة، وذلك لاختيار أنسب المواد اللازمة لتصميم الآبار وشبكات التزويد بالمياه حيث يشمل التحليل الآتي:

- درجة التوصيل الكهربي.
- الأس الهيدروجيني فى الحقل.
- درجة القلوية بجميع أنواعها.
- غاز الأكسجين.
- غاز ثاني أكسيد الكربون .
- غاز كبريتيد الهيدروجين.
- بالإضـافة إلى تحليل بعض أنواع البكتريا مثل البكتريا المختزلة للكبريت.

ج- المواصفات الفنيـة

يتم عادة وقبل البدء فى تنفيذ حفر الآبار الاستكشـافية إعداد المواصـفات الفنية التي تتضـــمن التفاصـــيل والشـــروط اللازمة لتنفيذ برنامج الحفر والكيفية التي سيتم بها تصميم الآبار الاستكشافية والاختبارات المطلوبة، حيث تشمل أغلب مواصفات الحفر الاستكشافي على البنود التالية:

- طريقة الحفر والمعدات والأدوات اللازمة لذلك.
- سوائل الحفر (أنواعها وخواصها).
- أقطار الحفر وأعماقها.
- كيفية إرساء أنابيب الوقاية السطحية وأنابيب التغليف والمصافي.
- أقطار وأنواع والأعماق المتوقع إرساء مقابلها أنابيب التغليف.
- طريقة إرساء الأسمنت ومواصفاته والعمق المتوقع إرساء الأسمنت مقابله.
- طرق تنمية وتطوير الآبار الاستكشافية.
- الاختبارات المطلوبة وكيفية تنفيذها والمعلومات المطلوب الحصول عليها.

كما تتضــمن هذه المواصــفات قائمة البنود الأســاســية لتحديد الأســعار اللازمة لتنفيذها وتجهيز واستكمال البئر والتي على أساسها سيتم توقيع عقد التنفيذ.

د- المشاكل التي تعترض برنامج الحفر الاستكشافي

هناك عدة مشاكل قد تعترض أو تعرقل عملية تنفيذ البرنامج الاستكشافي كما هو مخطط له أهمها:

- عدم كفاءة الشركة المنفذة فى بعض الأحيان يكون عائقاً للوصول إلى الهدف المطلوب من الحفر الاستكشافي.
- عدم استعداد الشركة المنفذة لمجابهة المشاكل والعراقيل التي تحدث فجئه أثناء التنفيذ مثل تغير الظروف الجيولوجية المتوقعة بالمواصفات الفنية، أو حدوث هروب جزئي أو كلى لسوائل الحفر بالإضافة إلي مشاكل سقوط الأدوات ومعدات الحفر أو التصاقها بجدار البئر.
- عدم توفر الخبرة أو العناصر المؤهلة وغياب الإشراف والمتابعة الدقيقة لعمليات التنفيذ حسب المواصفات الفنية المعدة لهذا الغرض قد يكون أحد أهم الأسباب فى إهمال بعض بنود الاختبارات المطلوبة.
- ارتفاع تكاليف الحفر الاستكشافي خاصة فى المناطق التي تحتاج إلي حفر آبار عميقة تتجاوز 1000 متر، أو المناطق التي تحتاج إلى تصميم آبار تتميز بارتفاع درجة حرارة المياه الجوفية، أو آبار تحتاج إلى مواد مقاومة للتآكل، بالإضافة إلى الآبار التي يتطلب تصميمها تنفيذ عدد كبير من الاختبارات على أعماق مختلفة.

5-3-2- النظائر المشعة

لقد تم إجراء تحاليل للنظائر المشعة الطبيعية الموجودة في المياه الجوفية المستخرجة من الخزانات الجوفية الرئيسية في أغلب أحواض المياه الرئيسية في ليبيا لتحديد النظائر المشعة المستقرة (الأكسجين 18- والديوتريوم) والنظائر المشعة غير المستقرة (التريتيوم والكربون المشع). بدأ تطبيق دراسات النظائر المشعة البيئية في استكشاف المياه الجوفية في ليبيا في أوائل السبعينيات من القرن الماضي. حيث أجريت هذه الدراسات بشكل أساسي لتحديد عمر المياه الجوفية ومصدرها المحتمل والتغذية وعلاقة ذلك بالمناخ القديم.

النتائج المتحصل عليها لتحاليل النظائر المشعة التي تم إجرائها لعينات المياه المجمعة من أحواض المياه الجوفية الرئيسية في ليبيا موضحة في الجداول (5-17) إلى (5-24).

تتضمن الدراسات التي قامت بها جيفللي (GEFLI 1972 - 1976) بيانات تحاليل النظائرية المشعة لعينات المياه التي تم جمعها من خزانات المياه الجوفية المختلفة في سهل جفارة (جدول 5-17). كما يوضح الجدول تحاليل النظائرية المشعة لعينات المياه التي تم جمعها أثناء إجراء دراسة تداخل مياه البحر التي قام بها فلوجيل (Floegel 1979).

جدول (5-18) يبين نتائج تحاليل النظائرية المشعة في عينات المياه التي تم جمعها خلال التقييم الهيدروجيولوجي للخزانات الجوفية في سهل الجفارة (المرحلة الثانية من دراسة نظام خزانات المياه الجوفية في حوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك بين ليبيا وتونس والجزائر (SASS 2001-2004) بإشراف مرصد الصحراء والساحل (OSS).

خلص الزواري وآخرون (Zouari et al 2008) في الورقة العلمية المنشورة بعنوان: تقييم معدل تجدد طبقات المياه الجوفية الساحلية المشتركة في الجفارة بإستخدام النظائر المشعة، إلى أن التغذية الحديثة متغيرة بدرجة كبيرة، أظهرت الدراسة المكانية بأن التغذية المهمة الناتجة عن طريق هطول الأمطار حدثت في الأماكن التي يكون فيها طبقات الخزانات الجوفية متكشفة أو قريبة من السطح.

تتميز طبقة المياه الجوفية الضحلة بمعدلات تجديد أعلى نسبياً تتراوح ما بين 67 إلى 87٪، وتتراوح نسبة المياه الحديثة في طبقات المياه الجوفية الوسطى ما بين 40 إلى 60٪ في الأجزاء الجنوبية الوسطى والشرقية من سهل الجفارة. الخزان الجوفي السفلي يتميز بأقل عمليات تجديد، والذي تم ملاحظته بشكل رئيسي على طول قدم جبل نفوسة.

الدراسة الهيدروجيولوجية لمناطق وادي سوف الجين – وادي زمزم والجفرة التي قامت بها شركة انرجوبروجكت في عام 1977م، تضمنت تجميع عينات من المياه من الخزانات الجوفية المختلفة بمناطق الدراسة لغرض تحليل العناصر المشعة وتشمل التريتيوم، الديوتريوم، الكربون–13، الكربون–14، والأكسجين–18.

الغرض من تحليل هذه العناصر هو تحديد عمر المياه، بالإضافة إلى تحديد مدى حدوث التغذية الطبيعية الحديثة للمياه الجوفية (الجداول 5–19 و 5–20).

جدول (5–21) يبين نتائج تحليل العناصر المشعة للمياه الجوفية بحوض مرزق المتحصل عليها من الدراسة التي قامت بها شركة أيدروتكنيكو

(1982م) في إطار الدراسة الهيدروجيولوجية بمناطق وادي الشاطىء والجفرة وجبل فزان.

المرحلة الأولى من دراسة جالو – تازربو المعدة من قبل (IGS 1973) تشير إلى أن عمر المياه باستخدام الكربون المشع (^{14}C) يتراوح ما بين 24510 – 44150 عامًا. تحديد التريتيوم لمياه منطقة الكفرة في حدود 3.2 ± 0.7 وحدة تريتيوم. أظهرت نتائج تحليل الأكسجين المشع (δO^{18}) بمياه مشروع الكفرة الإنتاجي بانها تتراوح ما بين -10.9 إلى -12٪ SMOW.
قامت مجموعة المياه الألمانية (1977) بإجراء بعض التحاليل للنظائر المشعة لنقاط مائية مختارة في حوض الكفرة (جدول 5–22).

أقترح الرملي (1978) فرضية تستند إلى العلاقة بين السواحل السابقة للبحيرات في الجوف (حوض الكفرة) والتقديرات العمرية الإشعاعية ^{14}C للمياه الجوفية. تم تحديد أربعة خطوط ساحلية 400–430 متر فوق مستوى سطح البحر في دراساته. تلك التي كانت موجودة خلال الأعمار 9745 ± 490 و 6000 سنة قبل الميلاد. و 28000 ± 2100/2800 و 29500 ± 2200/3100 سنة قبل الميلاد. ربما يكون هذا مؤشراً على انخفاض منسوب المياه في بحيرات الكفرة بحوالي 30 متر.
لتحديد مصدر المياه الجوفية بمناطق جنوب شرق ليبيا، تم إعداد دراسة باستخدام النظائر المشعة كجزء من المشاركة العلمية بين المراكز البحثية الجامعية المحلية والدولية. هذه الدراسة تهدف إلى تحديد مدى وجود تغذية طبيعية من مياه الأمطار المحلية في هذه المناطق، أو نتيجة تغذية مهمة قادمة من الجنوب (جبال تبيستي)، جدول (5–23) يبين نتائج تحاليل النظائر

المشعة لعينات المياه المجمعة من الخزانات الجوفية بمناطق أوجلة، جالو، السرير، تازربو والكفرة.

لتحديث البيانات الهيدروجيولوجية واستكمال دراسة حوض الحجر الرملي النوبي المشترك قامت الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالتعاون مع مرفق البيئة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي بإجراء تحاليل النظائر المشعة لعينات المياه المجمعة من الخزانات الجوفية بمناطق جنوب شرق ليبيا في المناطق الممتدة من الجغبوب إلى الكفرة (جدول 5–24).

كما قامت شركة Idrotecneco بتجميع عينات من مياه الأمطار التي هطلت في بعض المناطق شمال حوض مرزق خلال الفترة (1977–1979م) لتحديد خصائص النظائر المشعة بها (جدول 5–25).

تشير نتائج تتحليل النظائر المشعة لعينات المياه المجمعة من طبقات خزانات المياه الجوفية في الجنوب إلى:

- لم يتم أخذ أي عينة من الآبار التي تخترق طبقات خزانات المياه الجوفية الضحلة غير المحصورة (الحرة) لتحليل العناصر المشعة خاصة في الأماكن التي يتوقع وجود إمكانية حدوث تغذية طبيعية مباشرة من الأمطار والجريان السطحي.
- محتوى التريتيوم ضئيل في المياه التي تم تحليلها.
- المياه قديمة في معظم طبقات خزانات المياه الجوفية في أحواض المياه المدروسة.
- المياه المجمعة من طبقات خزانات المياه الجوفية التابعة للعصر الطباشيري العلوي في بعض الآبار أقل عمراً من المياه المجمعة من الخزان الجوفي ككلة في حوض غدامس – سوف الجين.

- عمر المياه باستخدام ^{14}C عادة يكون أكبر من 24000 سنة لخزانات المياه الجوفية العلوية والسفلية في حوض مرزق، مما يشير إلى أن المياه المستغلة حالياً تأتي من استنزاف التخزين (المخزون الجوفي).
- محتوى ^{14}C في الخزان الجوفي الرملي الكمبروأردوفيشي في جبل القرقاف كبير، يتراوح ما بين 13000 إلى 14000 سنة ، أما في الخزان الجوفي الطباشيري العلوي في حوض غدامس – سوف الجين فيتراوح ما بين 11150 إلى 16545 سنة، ويتراوح في الخزان الجوفي الرملي النوبي في حوض الكفرة من 9745 إلى 29500 سنة، والتي يشير إلى وجود تغذية طبيعية حديثة نسبياً.
- لا يمكن التمييز بين مياه الخزان الجوفي الكمبروأردوفيشي ومياه الخزان الجوفي الديفوني من ناحية النظائر المشعة في حوض مرزق, مما يؤكد أن مصدر المياه واحد، مع وجود اتصال هيدروليكي بين الخزانيين (Idrotecneco 1982).

جدول (5–17) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزانات الجوفية في حوض سهل الجفارة

رقم البئر	الموقع	التاريخ	الخزان الجوفي	مصدر المعلومة	$^{14}C‰$	$\delta^{13}C‰$	$\delta D‰$	$\delta^{18}O‰$	T (TU)	العمر (سنة)
1890/4/51	الزاوية	1972	الرابع	جيفلى	57.9	---	---	---	2.6± 5.7	4400
1990/1/68	تاجوراء	1972	الميوسين السفلي	جيفلي	1± 2	---	---	---	<3	30000
1990/4/392	طرابلس	1972	الميوسين السفلي	جيفلي	7	---	---	---	---	21480
2090/2/7	قصر اخيار	1972	الرابع	جيفلي	1 ±7	---	35.0 -	5.4 -	<3	21500
2090/3/16	وادي الرمل	1972	الميوسين السفلي	جيفلي	1±3	---	38.6 -	5.5 -	<3	28000
OPDL 59	القره بوللي	1972	الميوسين السفلي	جيفلي	0.7± 4.8	---	40.2 -	5.7 -	<3	24000
1890/3/119	بئر ترفاس	1974	الميوسين العلوي	جيفلي	0.4± 2.2	4.3 -	40.5 -	5.8 -	<1	
1890/2/164	بئر ترفاس	1974	الميوسين السفلي	جيفلي	0.5± 4.7	7.9 -	36.5 -	5.9 -	1± 3	
1890/3/110	بئر ترفاس	1974	الميوسين السفلي	جيفلي	0.7± 6.0	7.4 -	40.0 -	5.7 -	<1	
1890/2/165	بئر ترفاس	1974	العزيزية	جيفلي	0.7± 7.8	11.7 -	45.5 -	6.2 -	1± 4	
1890/3/121	بئر ترفاس	1974	العزيزية	جيفلي	1.2± 7.8	75 -	50.5 -	7.0 -	1± 4	
1990/1/125	عين زارة	1976	الرابع	جيفلي	---	---	28.9 -	5.2 -	2± 5	
1990/1/64	تاجوراء	1976	الرابع	جيفلي	---	---	27.4 -	4.9 -	1± 2	
3156 1101-52	تكوت	1972	ككلة	جيفلي	4.5± 48.4	---	---	---	4.4	5800
3205 1157-51	شكشوك	1972	ككلة	جيفلي	1± 5.9	---	---	---	1.5± 11	22500
3151 1100-51	شكشوك	1972	ككلة	جيفلي	1± 7.5	---	---	---	<3	21000
1890/4/242	أبو عيسى	1978	الرابع	فلوجيل	---	---	28.1-	4.79 -	1.2± 7.8	
1890/4/258	أبو عيسى	1978	الرابع	جيفلي	---	---	31.6 -	5.40 -	0.3± 1.8	
1890/4/239	أبو عيسى	1978	الرابع	جيفلي	---	---	27.5 -	5.20 -	0.2± 1.2	
1890/3/276	بئر ترفاس	1978	الميوسين العلوي	جيفلي	---	---	36.8 -	6.00 -	---	
1890/3/122	بئر ترفاس	1978	الميوسين العلوي	جيفلي	---	---	39.7 -	6.08 -	---	
1890/4/322	أبو عيسى	1978	مياه البحر	جيفلي	---	---	0.97 +	7.8 +	---	

جدول (5−18) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزانات الجوفية في حوض سهل الجفارة
(المرحلة الثانية − حوض الصحراء الشمالية الغربية المشترك)

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	مصدر المعلومة	$^{14}C‰$	$\delta^{13}C‰$	$\delta D‰$	$\delta^{18}O‰$	T (TU)	العمر (سنة)
1194/9	رقدالين	100	2003	الرابع	OSS	40.90	1.20	42.4 −	4.71 −	0.83	247 ± 7181
--	العسة	950	2003	العزيزية	OSS	5.20	1.20	43.4 −	6 −	0.27 −	1190 ± 23791
450/88	العسة	180	2003	الميوسين	OSS	5.80	1.00	41.8 −	6.27 −	0.09 −	1145 ± 22825
81/87	العقربية	100	2003	الرابع	OSS			36.9 −	5.03 −	0.01	--
434/97	تاجوراء	93	2003	الرابع	OSS			9.3	1.18		--
--	تاجوراء	40	2003	الرابع	OSS			21.9 −	4.15 −	2.12	--
--	تاجوراء − الشاحنات	680	2003	أبوشيبة	OSS	1.90	0.70	39.7 −	6.19 −	0.16 −	3176 ± 31680
--	وادي الربيع	240	2003	الميوسين	OSS	22.70	0.70	30.4 −	5.42 −	0.48	251 ± 11890
--	بن غشير	350	2003	أبوشيبة	OSS	4.20	0.70	39.1 −	6.11 −	0.20 −	1373 ± 25490
--	عين زارة	120	2003	الرابع	OSS	44.80	0.90	28.4 −	5.08 −	0.76	170 ± 6445
294/73	صرمان	120	2003	الرابع	OSS	36.00	1.00	32.6 −	5.14 −	0.07 −	228 ± 8194
--	صرمان	75	2003	الرابع	OSS	54.60	0.90	30.9 −	5.05 −	0.23	136 ± 4849
--	صبراته	100	2003	الرابع	OSS	45.70	0.90	33.0 −	5 −	0.18	163 ± 6275
--	العجيلات	950	2003	العزيزية	OSS	3.80	1.10	43.9 −	6.9 −	0.36	2224 ± 26225
--	بئر ترفاس	240	2003	الميوسين	OSS	3.30	0.90	40.6 −	5.93 −	0.39	2295 ± 27290

جدول (5–19) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزانات الجوفية التابعة للطباشيري العلوي في حوض غدامس – سوف الجين

T (TU)	$\delta^{18}O‰$	$\delta D‰$	$\delta^{13}C‰$	^{14}C		مصدر المعلومة	الخزان الجوفي	التاريخ	العمق (متر)	الموقع	رقم البئر
				%	Age (yrs)						
--	6.18-	38.9-	3.78-	864-	322±16545	Energoprojekt 1977	نالوت	1975	300	--	21884/38
--	6.20-	--	3.78-	925-	521±21466	Energoprojekt 1977	نالوت	1975	95.0	وادي ميمون	21882/15
1.1±3.8	7.15-	47.2-	1.19-	967-	1188±28298	Energoprojekt 1977	نالوت	1975	450.0	سوف الجين	20874/05
1.4±14.7	6.34-	39.4-	--			Energoprojekt 1977	نالوت	1975	128	مزدة	19874/06
1.6±2.5	6.33-	44.2-	4.77-	900-	411±19053	Energoprojekt 1977	نالوت	1975	180.0	كرثوم	17884/03
--	6.83-	50.6-	3.48-	872-	254±14538	Energoprojekt 1977	نالوت	1975	174.0	رأس الطبل	19871/03
1.0±3.8	6.25-	36.0-	5.47-	740-	188±11155	Energoprojekt 1977	مزدة	1975	70.0	نسمة	19871/07
1.2±4.0	6.35-	39.0-	1.49-	929-	560±21906	Energoprojekt 1977	مزدة	1975	80.0	مزدة	19872/01
--	5.76-	41.2-	6.86-	758-	195±11719	Energoprojekt 1977	مزدة	1975	500	سوف الجين	21882/16
---	8.24-	61.7-	--	--		Energoprojekt 1977	نالوت	1975	500	سوف الجين	WS-9
1.4±14.7	6.34-	39.4-	--	--		Energoprojekt 1977	مزدة	1975	14.2	مزدة	18871/05
--	10.21-	77.3-	4.77-	983-	2243±24122	Energoprojekt 1977	زمام	1975	180.0	سوكنة	سوكنة – 4

يتبع جدول (5−19)

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	مصدر المعلومة	^{14}C		$\delta^{13}C$‰	δD‰	$\delta^{18}O$‰	T (TU)
						Age (yrs)	%				
سوكنة − 2	سوكنة	202.0	1975	زمام	Energoprojekt 1977	1726±31336	977−	4.29−	77.9−	10.26−	1.4± 2.7
سوكنة − 11	سوكنة	150	1975	زمام	Energoprojekt 1977	40000		4.18−	76.9−	10.45−	−−
الفرجان(J−3T)	الجفرة	332	1975	مزدة	Energoprojekt 1977	1531±30180	971−	4.77−	79.8−	10.51−	1.3 ±2.5
12853/11	غدامس	480	1994	نالوت	ECOU & BRL 1997	1800±18400	−−	6.71−	68.0−	9.29−	<2
J18A	الجفرة	193	1978	مزدة	Idrotecneco	> 27500	−−	4.66−	75.5−	10.34−	−−−
IC21	هون	300	1978	مزدة	Idrotecneco	> 22200	−−	6.44−	63.0−	8.31−	−−−
IC22	هون	445	1978	مزدة	Idrotecneco	> 21600	−−	5.64−	63.0−	8.40−	−−−
H−1	الحمادة	262	1979	الكريتاوي	Idrotecneco	9900± 23000	−−	2.97−	59.4−	7.96−	0.5 ±0.0
H−3	الحمادة	124	1979	الكريتاوي	Idrotecneco	> 22900	−−	6.42−−	59.5−	7.79−	0.5 ±0.2
H−5	الحمادة	91	1979	الكريتاوي	Idrotecneco	4300±14300	−−	6.85−	59.3−	7.81−	0.6 ±0.0
H−7	الحمادة	> 90	1979	الكريتاوي	Idrotecneco	> 22100	−−	7.43−	58.5−	7.46−	0.5 ±0.0

جدول (5−20) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزان الجوفي ككلة في حوض غدامس – سوف الجين

T (TU)	$\delta^{18}O$‰	δD‰	$\delta^{13}C$‰	^{14}C		مصدر المعلومة	التاريخ	العمق (متر)	الموقع	رقم البئر
				%	العمر (سنة)					
1.5±2.3	9.16−	68.2−	5.47−	--	1903± 32550	Energoprojekt 1977	1975	1000	وادي زمام	ZZ – 1
1.2±1.8	9.16−	68.0−	5.42−	--	1184± 30722	Energoprojekt 1977	1975	1000	وادي زمام	ZZ – 2
--	9.43−	68.7−	4.65−	--	1595± 35315	Energoprojekt 1977	1975	1010	وادي زمام	WS – 2
--	8.94−	67.4−	5.54−	--	40000	Energoprojekt 1977	1975	801	وادي قرزة	WS – 4
1.7 ±1.9	9.55−	70.1−	--	--	--	Energoprojekt 1977	1975	694	الشويرف	WS – 6
--	7.08−	46.3−	7.46−	--	270± 17256	Energoprojekt 1977	1975	772	مزدة	WS – 14
--	8.89−	66.5−	7.54−	2.37 ± 3.15	7000± 22200	ECOU & BRL 1997	1994	770	مرحان	25/87
2>	8.57−	64.4−	8.17−	1.2 ±6.55	2300± 16800	ECOU & BRL 1997	1994	975	سيناون	64/78
2>	9.08−	64.5−	8. 21−	1.3 ± 6.28	2500± 17000	ECOU & BRL 1997	1994	915	درج	96/76
2>	9.05−	66.3−	6.89−	0.83 ± 3.50	1900± 18000	ECOU & BRL 1997	1994	957	غدامس	WG−22
2>	8.82−	66.9−	7.65−	1.15 ±1.09	9500± 31500	ECOU & BRL 1997	1994	1000	غدامس	276/77
--	8.37−	59.3−	8.34−	--	1690± 29800	ECOU & BRL 1997	1994	210	وازن	359/89
--	9.19−	69.9−	8.33−	0.74 ±5.68	2800± 21900	ECOU & BRL 1997	1994	1050	غدامس	203/80
2>	9.29−	68.0−	6.71−	0.41± 3.05	1900± 22500	ECOU & BRL 1997	1994	1144	غدامس	طريق الجزائر
--	8.80−	66.0−	8.19−	0.5 ± 3.20	3800± 22700	ECOU & BRL 1997	1994	--	وادي	--

جدول (5−21) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزانات الجوفية في حوض مرزق

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	مصدر المعلومة	^{14}C		$\delta^{13}C$‰	δD‰	$\delta^{18}O$‰	T (TU)
						العمر (سنة)	%				
--	مرزق	--	--	--	--	3300 ± 24900	0.3 ± 2.5	8.50−	74.1−	10.40−	--
--	تراغن	--	--	--	--	2900 ± 27000	0.3 ± 2.7	11.80−	80.1−	10.40−	--
--	الزيغن	--	--	--	--	4100 ± 8200	0.7 ± 22.2	--	76.7−	--	1.1±3.8
--	زويلة	--	--	--	--	4700 ± 28100	0.3± 2.0	--	83.7−	11.10−	--
S/J−1	الفقهاء	304	1979	النوبي	Idrotecneco	>21000	0.4 ±0.7	5.15−	73.9−	9.74−	0.6±0.0
1A	ادري	606	1978	الديفوني − الكمبري	Idrotecneco 1982	>30000	0.4± 0.0	13.34−	76.7−	10.75−	--
--	ونزريك	--	--	--	--	>30000	0.3 ± 0.8	13.80−	75.8−	10.60−	--
--	اقار	--	--	--	--	3600 ± 30100	0.3 ±1.8	11.50−	78.2−	10.90−	1.1±3.8
--	محروقة	--	--	--	--	>30000	0.1 ± 0.2	11.30−	78.9−	--	1.4±14.7
--	براك	--	--	--	--	>30000	< 0.5	11.20−	81.7−	10.90−	1.6±2.5
--	اشكدة	--	--	--	--	>25000	0.4 ± 0.4	11.51−	82.0−	11.36−	--

يتبع جدول (5−21)

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	مصدر المعلومة	^{14}C		$\delta^{13}C$‰	δD‰	$\delta^{18}O$‰	T (TU)
						العمر (سنة)	%				
بئر غلامایة	وادي الشاطيء	200	1978	الديفوني	Idrotecneco 1982	>30000	0.4 ± 0.0	10.79−	82.6−	11.32−	1.0±3.8
68	رملة الزلاف	556	1979	الديفوني	Idrotecneco 1982	5700 ± 31400	0.4 ± 1.3	9.71−	80.3−	11.24−	1.2±4.0
T−2D/23	القرقاف	402	1979	الكمبروأردوفيشي	Idrotecneco 1982	5200 ± 4100	0.5 ± 13.6	3.75−	65.6−	8.94−	1.0±0.0
T−2D/24	القرقاف	402	1979	الكمبروأردوفيشي	Idrotecneco 1982	5800 ± 5000	0.6±11.0	3.37−	72.7−	9.99−	1.0±0.0
T−2D/25	القرقاف	403	1979	الكمبروأردوفيشي	Idrotecneco 1982	3000 ± 13500	0.6 ± 9.5	8.09−	79.3−	10.97−	1.0±0.0
T−2D/26	القرقاف	399	1979	الكمبروأردوفيشي	Idrotecneco 1982	2900 ± 13800	1.0±10.7	9.49−	68.4−	9.42−	1.0±0.0
H−17S	غرب العوينات	>350	1979	الكمبروأردوفيشي	Idrotecneco 1982	30000	0.4±0.5	17.26−	45.6	4.59	1.4±2.7
T−2D/35	الفقهاء	1323	1979	الكمبروأردوفيشي	Idrotecneco 1982	6000 ± 28400	0.4±1.3	6.74−	81.8−	11.38−	0.6±0.7
WS−8	وادي غيلان	460	1975	الكمبروأردوفيشي	Energoprojekt	403 ± 22757	−−	3.40−	69.0−	9.59−	1.3±3.2
W−1	وادي زمام	519	1975	الكمبروأردوفيشي	Energoprojekt	581 ± 24889	−−	3.35−	72.7−	9.88−	−−

جدول (5–22) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزان الجوفي الرملي النوبي في حوض الكفرة

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	مصدر المعلومة	^{14}C (العمر/ سنة)	$\delta^{13}C‰$	$\delta D‰$	$\delta^{18}O‰$	T (TU)
WW9	الكفرة	310	1972	الرملي النوبي	IGS	25470	10.0–	––	11.9–	0.5
WW11	الكفرة	222	1972	الرملي النوبي	––	44150	10.7–	––	11.8–	0.7
KPP 96	الكفرة	340	1973	الرملي النوبي	––	41100	8.1–	––	12.0–	––
KPP 113	الكفرة	264	1973	الرملي النوبي	––	42870	8.5–	––	12.0–	––
KPP 120	الكفرة	246	1973	الرملي النوبي	––	40100	6.7–	––	10.9–	––
KPP 44	الكفرة	230	1973	الرملي النوبي	IGS	24510	8.6–	––	12.0–	––
مقر الحفر	الكفرة	54	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	420 ± 9745	6.2–	––	––	0.7 ± 3.2
قربKPP 86	الكفرة	85	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	490 ± 11765	6.2–	––	––	1.7>
معسكر الاستيطاني	الكفرة	75	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	1200 ± 19000	9.4–	––	––	––
قربKPP 27	الكفرة	75	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	1100 ± 22510	9.5–	––	––	1.8>
KPP 78	الكفرة	241	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	1600 ± 22250	10.4–	––	––	1.9>
133A	الكفرة	250	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	1200 ± 24550	8.9–	––	––	0.9>

يتبع جدول (5−22)

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	مصدر المعلومة	^{14}C (العمر/ سنة)	$\delta^{13}C$‰	δD‰	$\delta^{18}O$‰	T (TU)
KPP 39	الكفرة	275	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	1000± 28050	12.2−	--	--	1.8>
KSP 1234	الكفرة	455	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	2800 ± 28500	8.2−	--	--	--
W 8	الكفرة	602	1974	الرملي النوبي	GWG 1977	3100 ± 29500	10.7−	--	--	--
البحيرة الغربية	الكفرة	السطح	1979	الرملي النوبي	El Ramly 1980	--	--	30.9−	0.93+	1.0 ± 7.7
البحيرة الشرقية	الكفرة	السطح	1979	الرملي النوبي	El Ramly 1980	--	--	29.8−	3.14+	1.0 ± 7.0
KSP 1220	الكفرة	456	1979	الرملي النوبي	El Ramly 1980	--	--	76.9−	10.9−	1.0 ± 1.5
KPP 112	الكفرة	270	1979	الرملي النوبي	El Ramly 1980	--	--	83.1−	11.47−	1.0 ± 0.8
بئر البلدية	الكفرة	--	1979	الرملي النوبي	El Ramly 1980	--	--	82.5−	11.28−	1.0 ± 0.4
عين زوية	جبل العوينات	--	1979	--	El Ramly 1980	--	--	20.4−	1.78−	1.1 ± 34.3
عبد الرحيم	الحارة	--	1979	--	El Ramly 1980	--	--	85.3−	11.43−	1.0 ± 0.0
حاج معاول	ربيانة	--	1979	--	El Ramly 1980	--	--	70.7−	8.99−	1.0 ± 0.4
بئر البلدية	تازربو	--	1979	--	El Ramly 1980	--	--	85.2−	11.41−	1.0 ± 0.2

جدول (5−23) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزانات الجوفية في مناطق جنوب شرق ليبيا

(William,M.H., F. Salloum and N. Sahli)

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	^{14}C		$\delta^{13}C‰$	$\delta D‰$	$\delta^{18}O‰$	T (TU)
					العمر (سنة)	نسبة الكربون الحديث				
TSW-1	تازربو	--	1983-1982	--	150±3900	0.90±50.0	4.5−	69.9−	6.91−	0.29±0.65
MT-1	تازربو	--	1983-1982	--	1700±31100	0.32±0.91	8.1−	82.7−	11.18−	(2σ)0.51≥
TSW-3	تازربو	--	1983-1982	--	170±4700	0.38±46.6	7.7−	78.5−	9.80−	0.30±0.68
TSW-5	تازربو	--	1983-1982	--	100±3900	0.45±52.3	8.1−	81.0−	9.95−	0.25±0.63
TE-6	تازربو	--	1983-1982	السيلوري	3400±37600	0.27±0.79	7.4−	84.9−	11.65−	(2σ)0.48≥
TE-2	تازربو	428	1983-1982	السيلوري	1000±26900	0.32±3.0	6.1−	84.2−	11.50−	(2σ)0.51≥
بئر الهواري −1	الكفرة	--	1983-1982	النوبي	100±800	0.70±76.7	6.3−	73.7−	8.91−	0.25±0.56
KPP E-13	الكفرة	--	1983-1982	النوبي	3100±28000	0.82±2.6	11.0−	84.2−	11.16−	0.26±0.63
KPP 94	الكفرة	--	1983-1982	النوبي	1100±21000	0.80±6.2	8.9−	84.1−	11.32−	(2σ)0.58≥
KSP 2151	الكفرة	--	1983-1982	النوبي	1000±22600	0.52±5.1	10.7−	83.4−	11.14−	0.38±0.52
PW 1	السارة	--	1983-1982	النوبي	600±17900	0.57±9.1	11.9−	75.2−	10.04−	0.33±0.63
SKD-25	السارة	--	1983-1982	النوبي	400±5600	1.5±42.1	7.9−	80.2−	10.71−	(2σ)0.58≥
C-106	السرير	--	1983-1982	ما بعد الإيوسين	43000≥	(2σ) 0.40≥	5.4−	79.4−	10.24−	(2σ)0.38≥

يتبع جدول (5−23)

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	^{14}C		$\delta^{13}C‰$	$\delta D‰$	$\delta^{18}O‰$	T (TU)
					العمر (سنة)	نسبة الكربون الحديث				
L-7	السرير	298	1983-1982	ما بعد الإيوسين	40900≥	(2σ) 0.52≥	7.4−	80.1−	10.45−	(2σ)0.80≥
H-3	السرير	300	1983-1982	ما بعد الإيوسين	2200±34900	0.25±1.1	6.1−	81.9−	10.39−	0.26±0.36
H-11	السرير	300	1983-1982	ما بعد الإيوسين	900±29200	0.25±2.5	6.1−	80.8−	10.57−	(2σ)0.60≥
S-6	السرير	270	1983-1982	ما بعد الإيوسين	43900≥	(2σ) 0.36≥	7.4−	78.6−	9.99−	(2σ)0.52≥
N-8	السرير	305	1983-1982	ما بعد الإيوسين	3500±37700	0.27±0.8	7.1−	78.5−	9.73−	(2σ)0.54≥
P-5	السرير	259	1983-1982	ما بعد الإيوسين	2500±34900	0.32±1.24	9.1−	79.2−	9.88−	(2σ)0.41≥
P-6	السرير	246	1982-1983	ما بعد الإيوسين	2000±36200	0.23±1.06	6.9−	80.9−	10.23−	(2σ)0.58≥
المقر الجديد للمطار	السرير	170	1982-1983	ما بعد الإيوسين	800±24000	0.37±4.3	5.3−	77.4−	9.62−	(2σ)0.46≥
مياه الشرب	جالو	--	1982-1983	ما بعد الإيوسين	100±9300	0.36±26.7	8.2−	70.6−	8.15−	(2σ)0.70≥
مشروع جالو−اوجلة	--	--	1982-1983	ما بعد الإيوسين	700±19500	0.57±7.5	5.3−	72.6−	8.36−	0.67±0.24
مزرعة مواطن	جالو	100	1982-1983	ما بعد الإيوسين	700±18700	0.63±8.3	6.6−	73.3−	7.81−	(2σ)0.54≥
مزرعة مواطن	جالو	90	1982-1983	ما بعد الإيوسين	3600±29400	0.79±2.2	6.8−	73.4−	8.44−	0.49±0.26
مزرعة مواطن	اوجلة	> 40	1982-1983	ما بعد الإيوسين	600±13500	1.1±15.9	3.6−	71.1−	7.66−	0.36±0.26

جدول (5–24) تحليل النظائر المشعة بمياه الخزانات الجوفية في مناطق جنوب شرق ليبيا (IAEA)

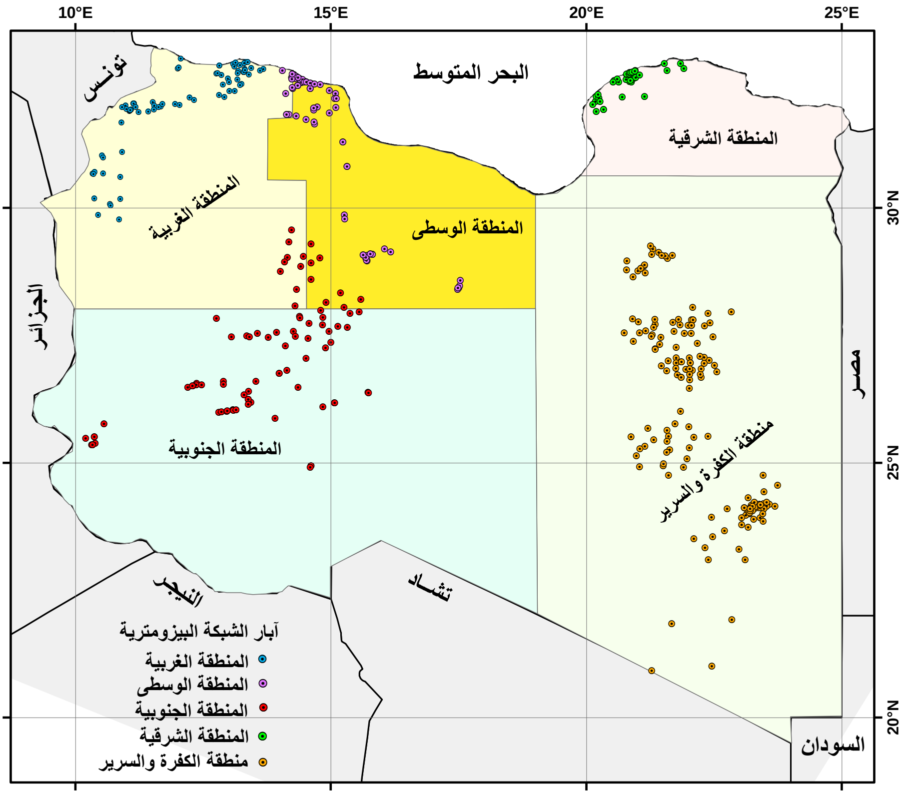
رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الخزان الجوفي	^{14}C (pMC)	$\delta^{13}C$‰	δD‰	$\delta^{18}O$‰
EXP-1	الجغبوب	1600	2004	الديفوني	0.4±5.4	9.4-	77.8-	10.73-
WSW	الجغبوب	138	2004	الميوسين	0.7±4.0	2.0-	57.3-	5.37-
بئر المراعي	اجدابيا	100	2004	الميوسين	1.3± 34.8	5.5-	22.5-	4.12-
مزرعة مواطن	جالو	100	2004	ما بعد الإيوسين	1.3± 32.1	9.2-	69.4-	7.99-
JSP-F1	اوجلة	100	2004	ما بعد الإيوسين	1.4± 14.5	4.8-	70.3-	8.05-
Q-8	السرير	308	2004	ما بعد الإيوسين	0.4± 2.5	6.6-	78.1-	9.92-
G-5	السرير	--	2004	ما بعد الإيوسين	0.4± 3.2	5.8-	78.9-	10.77-
KPP 96	الكفرة	352	2004	النوبي	0.8± 5.0	9.8-	82.6-	11.23-
EXP-4	الكفرة	--	2004	النوبي	0.4± 5.3	11.4-	80.9-	10.76-
GWF4	الجوف	150	2005	النوبي	--	--	83.2-	11.12-
KSP 1331	الكفرة	--	2005	النوبي	--	--	83.1-	11.18-
W1 اشجار النخيل	الهواري	150	2005	النوبي	--	--	79.1-	10.01-
SW2	السارة	70	2005	النوبي	--	--	75.2-	9.74-
PZ-7 MRP	تازربو	620	2004	السيلوري	0.4±2.5	7.6-	79.7-	10.73-

جدول (5−25) تحليل النظائر المشعة بمياه الأمطار في مناطق شمال حوض مرزق

الموقع	الارتفاع عن سطح البحر (متر)	التاريخ	مصدر المعلومة	δD‰	$\delta^{18}O$‰	T (TU)
الجفرة	315	77−11−13	Idrotecneco	0.8−	2.23−	3.8 ± 21.6
الجفرة	315	78−02−14	Idrotecneco	43.4−	5.19−	3.4 ± 43.4
القرقاف	551	79−03−09	Idrotecneco	2.2−	0.88+	3.6 ± 18.2
براك	332	78−11−01	Idrotecneco	2.9+	2.04−	5.3 ± 22.8
جبل السوداء	616	78−04−28	Idrotecneco	23.3−	2.23−	3.3 ± 32.3

5-3-3- شبكة مراقبة مستوى المياه

إن استغلال المياه الجوفية لتغطية الاحتياجات الحضرية والزراعية والصناعية يؤدي عادة إلى حدوث تغيرات في مناسيب المياه. ولمتابعة ما قد يطرأ من تغيرات على خزانات المياه الجوفية بالأحواض المائية في ليبيا كماً ونوعاً، فقد تم حفر عدد من آبار المراقبة موزعة على جميع المناطق المائية في ليبيا منذ السبعينيات (شكل 5−8)، في إطار انشاء شبكة آبار مراقبة (الشبكة البيزومترية) لمتابعة قياس مستوى الماء بالخزانات الجوفية المستغلة دورياً، حيث يتم من خلالها التعرف على التغيرات التي قد تطرأ على مخزون المياه الجوفية نتيجة تنميتها واستثمارها مع مرور الزمن، وكذلك تحديد مدى إمكانية حدوث تغذية طبيعبة للمياه الجوفية (تجدد المياه الجوفية) نتيجة الأمطار والجريان السطحي، حيث أن هذه البيانات مهمة وأساسية لتقييم الموارد المائية والتكهن بالتغيرات التي قد تطرأ عليها نتيجة الاستغلال، كما تساهم هذه البيانات في إعداد الدراسات الهيدروجيولوجية الاستكشافية والتفصيلية، وبالتالي



شكل (5-8) توزيع الشبكة البيزومترية حسب المناطق المائية

تساعد في إدارة هذه الموارد واستثمارها الاستثمار الأمثل والمحافظة عليها لتحقيق التنمية المستدامة.

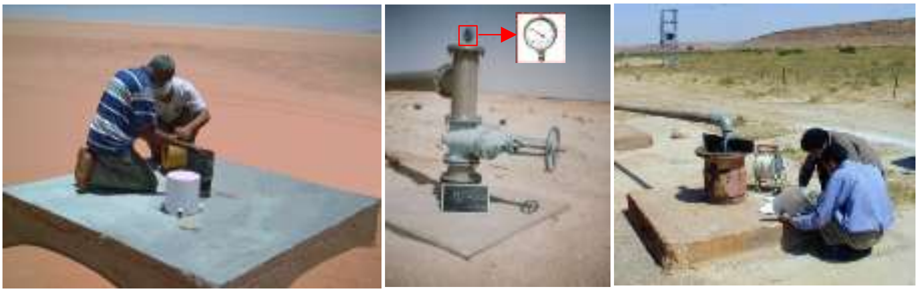
تتكون الشبكة البيزومترية من عدد من آبار المراقبة موزعة على المناطق المائية، يتم من خلالها قياس مناسيب المياه دورياً من خلال فرق فنية خاصة بالشبكة البيزومترية تتبع فروع الهيئة العامة للموارد المائية سابقاً.

جدول (5-26) يبين عدد آبار المراقبة التي تم قياسها خلال المدة من عام 1979م وحتى عام 2013م، وشكل (5-9) يوضح متابعة الفرق الفنية لقياس آبار المراقبة.

جدول (5-26) عدد آبار المراقبة موزعة على المناطق المائية

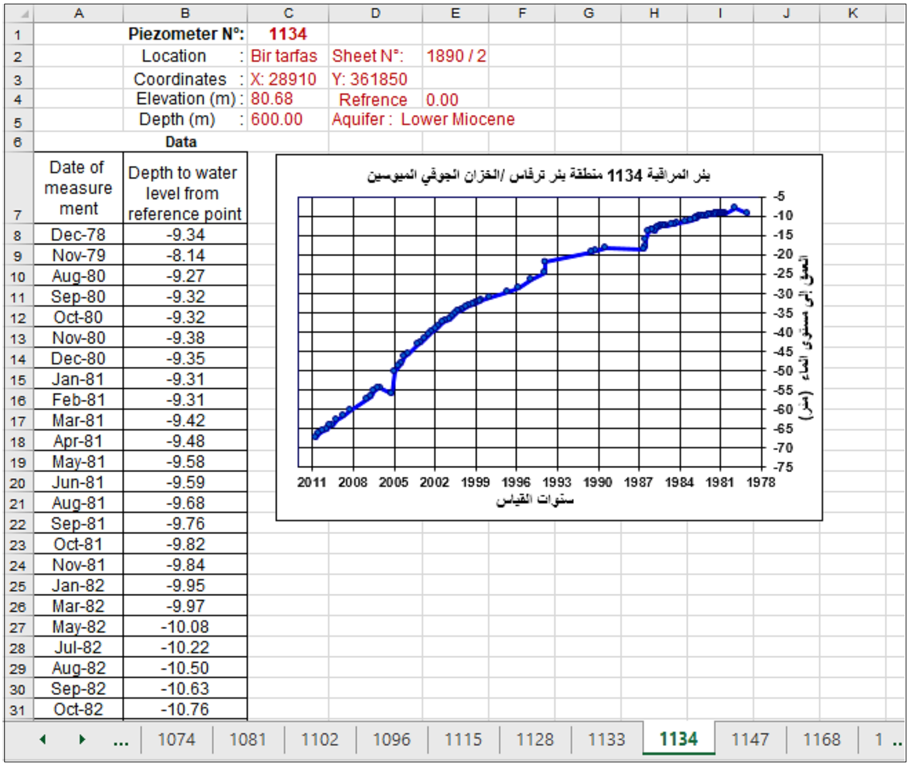
المنطقة المائية	عدد آبار المراقبة			
	1979م	2002م	2009م	2013م
الغربية	224	72	52	76
الوسطى	69	73	25	32
الشرقية	105	103	17	28
الجنوبية	77	135	43	49
الكفرة والسرير	193	130	130	165
الاجمالي	**668**	**513**	**267**	**350**

من خلال جدول (5-26) يمكن ملاحظة التناقص الشديد في عدد آبار المراقبة في كل المناطق المائية (من حيث التوزيع الجغرافي والخزانات الجوفية المستغلة المطلوب مراقبتها)، وهذا سيؤدي في النهاية إلى عدم التمكن من تقييم الموارد المائية في هذه المناطق. كما يمكن ملاحظة زيادة عدد آبار المراقبة في بعض المناطق خلال بعض السنوات، وذلك بسبب انشاء حقول آبار المياه الإنتاجية التي تتضمن حفر آبار مراقبة بها أو حفر آبار بديلة للآبار غير الصالحة للقياس.



شكل (5-9) الفرق الفنية ومتابعة قياس آبار المراقبة

البيانات التي يتولى تجميعها الفرق الفنية في جميع المناطق المائية يتم تفريغها من قبل لجنة مكلفة بمتابعة الشبكة البيزومترية في بطاقات حصر الكترونية خاصة بهذه الشبكة، حيث تتضمن هذه البطاقات جميع بيانات آبار المراقبة، مع الهيدروجراف لكل بئر مراقبة كما هو موضح في شكل (5-10).



Piezometer N°:	1134			
Location :	Bir tarfas	Sheet N°:	1890 / 2	
Coordinates :	X: 28910	Y: 361850		
Elevation (m) :	80.68	Refrence	0.00	
Depth (m) :	600.00	Aquifer :	Lower Miocene	

Data

Date of measure ment	Depth to water level from reference point
Dec-78	-9.34
Nov-79	-8.14
Aug-80	-9.27
Sep-80	-9.32
Oct-80	-9.32
Nov-80	-9.38
Dec-80	-9.35
Jan-81	-9.31
Feb-81	-9.31
Mar-81	-9.42
Apr-81	-9.48
May-81	-9.58
Jun-81	-9.59
Aug-81	-9.68
Sep-81	-9.76
Oct-81	-9.82
Nov-81	-9.84
Jan-82	-9.95
Mar-82	-9.97
May-82	-10.08
Jul-82	-10.22
Aug-82	-10.50
Sep-82	-10.63
Oct-82	-10.76

شكل (5-10) بطاقات بيانات آبار المراقبة

الفصل السادس – تأثير استغلال المياه الجوفية

6-1- مقدمة

بالرغم من محدودية الموارد المائية التقليدية في ليبيا، عانت هذه الموارد إستنزافاً شديداً وإهداراً لمواردها، حيث ساد التوسع في حفر الآبار العشوائي على مر العقود السابقة، خاصة في المناطق الشمالية للبلاد، وزاد الاستهلاك والسحب بمعدلات تجاوزت معدلات التغذية الطبيعية للخزانات الجوفية أدى إلى حدوث ظواهر بيئية تمثلت في إستمرار الهبوط في مناسيب المياه الجوفية في أغلب الآبار المحفورة بمناطق الاستغلال المفرط مصحوباً بتدهورٍ ملحوظٍ في نوعية مياهها نتيجة لزحف مياه البحر المالحة في جلّ الخزانات الجوفية والمناطق المتآخمة للساحل، بالإضافة إلى التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة، وأما في الأحواض الجنوبية، فإن جميع المياه المنتجة تأتي على حساب النضوب التدريجي للخزانات الجوفية (مياه جوفية غير متجددة) فاقت معدلات السحب الآمن، ومع إستمرار الإستنزاف والاستهلاك غير المقنن سوف تنضب لا محالة، إذا لم تتخذ تدابير عاجلة للحد من هذا الهدر.

هذا الوضع ينذر بحدوث أزمة مائية ستتفاقم وتزداد حدة بمرور الزمن، إذا أخذنا في الاعتبار بأن كمية المياه العذبة محدودة وأغلبها تأتي من خزانات جوفية غير متجددة وأن المصادر المتاحة اقتصادياً في بعض الأحواض خاصة الشمالية تم تنميتها للحد الأقصى منذ سنوات، إضافة إلي تدهور نوعية المياه بسبب التلوث الذي سيساهم في تقليص حجم المياه العذبة المتاحة. هذه الأزمة قد تؤدي إلى زعزعة الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي والتوازن البيئي، وتصبح من أهم التحديات التي تعترض استغلال الموارد المائية.

فيما يلي أهم المؤشرات التي تدل على تدهور الوضع المائي:

2-6- العجز في الموازنة المائية

كل الموازنات المائية المعدة خلال السنوات الماضية أوضحت وجود عجز في الميزان المائي خاصة في أحواض المياه الشمالية (حوض سهل الجفارة وحوض سهل بنغازي – الجبل الأخضر) نتج عنه:

- هبوط حاد في مناسيب المياه.
- تدهور نوعية المياه نتيجة زحف مياه البحر المالحة.

6-2-1- الهبوط في مناسيب المياه

تعتبر منطقة سهل الجفارة شمال غرب ليبيا المتميزة بالكثافة السكانية والنشاط الزراعي والاقتصادي مثالاً للأحواض المائية المتعرضة للاستغلال الجائر للمياه الجوفية حيث صاحب هذا الاستغلال المفرط للمياه حدوث هبوط مستمر لمناسيب المياه بمناطق الاستغلال المفرط .

لقد تجاوز معدل الهبوط السنوي في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية ببعض مناطق سهل الجفارة 3 متر. جدول (6–1) يبين العمق إلى منسوب المياه والهبوط ببعض آبار المراقبة التي تخترق أهم الخزانات الجوفية في مناطق مختلفة من سهل الجفارة خلال فترات قياس مختلفة مند سنة 1972م إلى سنة 2010م. وشكل (6–1) يبين الهبوط في مناسيب المياه ببعض آبار المراقبة التي تخترق الخزانات الجوفية المستغلة بمناطق الاستغلال المكثف للمياه الجوفية. أما الأشكال (6–2 و 6–3) فتمثل خرائط المستوى البيزومتري للخزان الجوفي السطحي في سنة 1972م وسنة 2002م، وتوضح هذه الخرائط تغير اتجاه سريان المياه الجوفية بالمناطق الشمالية من سريان طبيعي في اتجاه الشمال (في اتجاه البحر)

إلى سريان عكسي في اتجاه الجنوب نحو اليابسة (نحو مناطق الاستغلال المكثف للمياه الجوفية)، وشكل (6–4) يوضح الهبوط في منسوب المياه خلال الفترة من 1972م إلى 2010م.

كما أن منطقة سهل بنغازي والمناطق الساحلية بحوض سهل بنغازي – الجبل الأخضر تعتبر من المناطق المتعرضة للاستغلال الجائر للمياه الجوفية، والذي نتج عنه هبوط مستمر في مناسيب المياه تجاوز 0.5 متر في السنة. مع ملاحظة أن عدد آبار المراقبة التي يتم قياسها خلال السنوات الماضية بالحوض لا يتجاوز عدد 10 آبار، وهذا العدد لا يكفي لمتابعة التغيرات التي تطرأ على مناسيب المياه الناتج عن استغلال المياه من الخزانات الجوفية بالحوض. شكل (6–5) يبين الهبوط في مناسيب المياه في آبار المراقبة المتاحة للقياس.

كما سجلت آبار المراقبة بمناطق قدم جبل نفوسة وسهل نالوت هبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية المستغلة في تلك المناطق يتراوح ما بين بضعة سنتمترات إلى أكثر من 0.5 متر سنوياً. شكل (6–6) يوضح الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية في آبار المراقبة المتاحة للقياس بمناطق تكوت وبدر.

لا تتوفر بيانات عن الهبوط في مناسيب المياه بالخزان الجوفي الرئيسي ككلة بمناطق الجبل والحمادة الحمراء وغدامس (الجزء الغربي من حوض غدامس – سوف الجين)، وذلك لعدم وجود آبار مراقبة تراقب التغيرات التي تطرأ على مناسيب المياه بهذه المناطق.

أما في الجزء الشرقي من الحوض فيوجد عدد قليل من آبار المراقبة التي تخترق الخزانات الجوفية المستغلة بالحوض، تم تمثيل قراءات أهمها كما هو موضح في شكل (6–7).

من خلال بيانات آبار المراقبة التي يتم متابعتها في هذه المنطقة يتضـح بأن الهبوط في مناسـيب المياه بالخزان الجوفي السـطحي بالمناطق السـاحلية يتراوح ما بين بضـعة سـنتمترات إلى حوالي 0.5 متر سـنوياً. آبار المراقبة التي تخترق الخزان الجوفي مزدة بمنطقة الجفرة سـجلت هبوط في منسـوب المياه ما بين أقل من متر إلى أكثر من 2 متر في السـنة. أما آبار المراقبة التي تخترق الخزان الجوفي ككلة بالمنطقة الوسطى فسجلت هبوط في منسوب المياه يتراوح ما بين 1 متر إلى أكثر من 3 متر في السنة.

أما بالنسـبة لحوض مرزق فإن الزيادة في كميات المياه المسـتهلكة في العقود الأربعة الماضـية أدت إلى حدوث هبوط في مناسـيب المياه بالخزانات الجوفية المستغلة.

من خلال ما هو متاح من بيانات الشـبكة البيزومترية بحوض مرزق، يتراوح الهبوط في مناسـيب المياه بالخزانات الجوفية العلوية (الخزان الجوفي النوبي والخزان الجوفي ما بعد التاسـيللي) ما بين بضـعة سنتيمترات إلى أكثر من 1 متر سنوياً (جدول 6–2).

يتراوح معدل الهبوط السـنوي في مناسـيب المياه للخزان الجوفي العميق التابع للعصـر الباليوزوي ما بين بضـعة سـنتيمترات إلى أكثر من 1.3 متر، وقد يتجاوز 2 متر في مناطق الاستغلال المكثف (جدول 6–3).

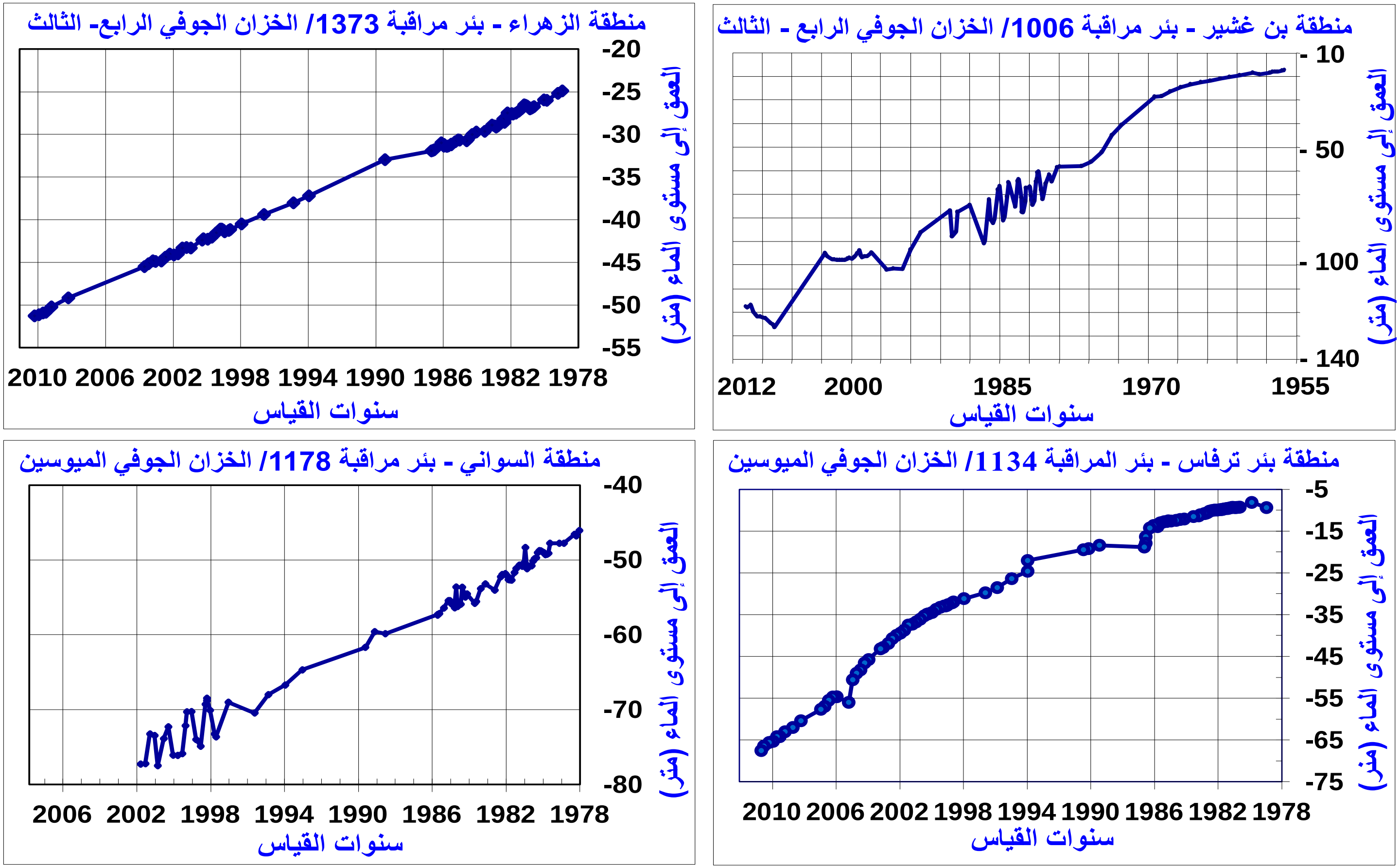
شكل (6–8 أ و ب) يوضح الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية المستغلة بحوض مرزق (الخزان الجوفي الرملي النوبي، ما بعد التاسيللي و الباليوزوي) من خلال تمثيل قراءات بعض آبار المراقبة مقابل سـنوات القياس.

جدول (6-1) مستوى الماء والهبوط بآبار المراقبة بمنطقة سهل الجفارة خلال الفترة من 1972 إلى 2010م

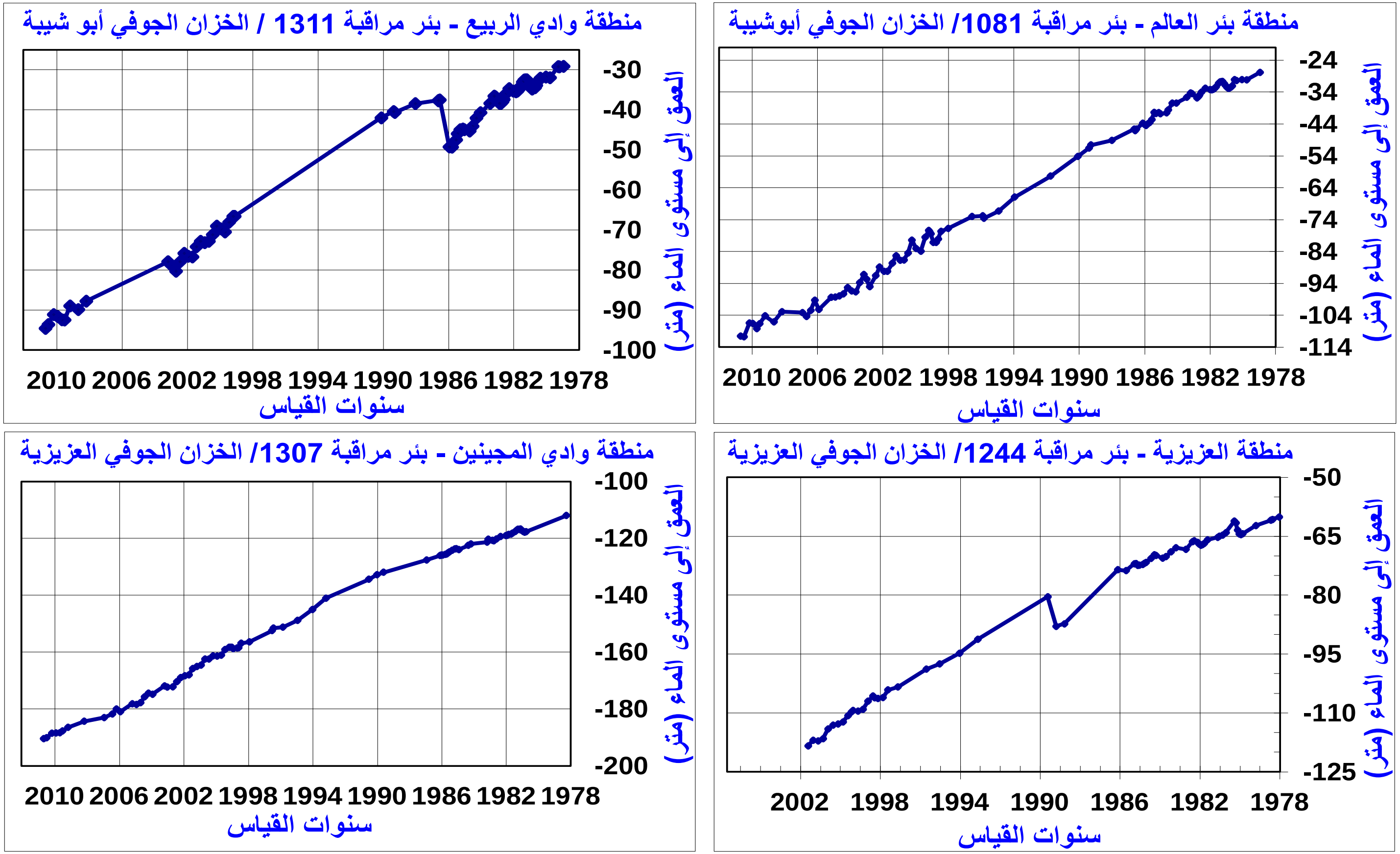
رقم البئر	المنطقة	العمق (متر)	الخزان الجوفي	مستوى الماء متر تحت سطح الأرض (يناير أو فبراير)						الهبوط الكلي في منسوب المياه (متر)				
				1972	1980	1990	2000	2005	2010	1972-1980	1972-1990	1972-2000	1972-2005	1972-2010
1006	بن غشير	130	الرباعي	35.0	61.66	76.73	97	--	117.53	26.66	41.73	62.0	--	82.53
1050	الساعدية	90	الرباعي	27.2	39.2	57.09	--	--	--	12.0	29.89	--	--	--
1052	صبراته	70	الرباعي	24.6	26.6	28.63	--	--	--	2.0	4.03	--	--	--
1054	تليل	70	الرباعي	8.2	10.0	10.59	11	11.51	11.68	1.8	2.39	3.03	3.31	3.48
1057	الغيران	60	الرباعي	35.8	37.4	39.20	--	39.32	40.03	1.6	3.40	--	3.52	4.23
1058	تاجوراء	27	الرباعي	17.4	18.4	18.73	18.88	19.06	19.32	1.0	1.33	1.48	1.66	1.92
1060	سوق الاحد	77	الرباعي	61.5	68.2	71.70	71.35	71.41	--	6.7	10.20	9.85	9.91	--
1128	تاجوراء	41	الرباعي	32.0	34.0	36.67	37.03	--	--	2.0	4.67	5.03	--	--
1133	القره بوللي	--	الرباعي	--	13.9	21.47	22.56	30.24	--	--	7.57 <	8.66 <	16.34 <	--
1134	بئر ترفاس	600	الميوسين	5.0	8.4	19.16	34.8	54.64	67.52	3.4	14.16	29.80	49.64	62.52
1172	بن غشير	400	ابوشيبة	--	45.47	83.12	121.12	--	--	--	37.65 <	75.65 <	--	--
1178	السواني	--	الميوسين	--	47.76	59.58	70.29	--	--	--	11.74 <	22.53 <	--	--
1238	بئر ترفاس	80	الرباعي	16.5	21.6	29.13	38.25	--	--	5.1	12.63	21.75	-	--
1239	الساعدية	227	الميوسين	35.2	48.8	64.37	95.78	123.13	133.74	13.6	29.17	60.58	87.93	98.54

يتبع جدول (6-1)

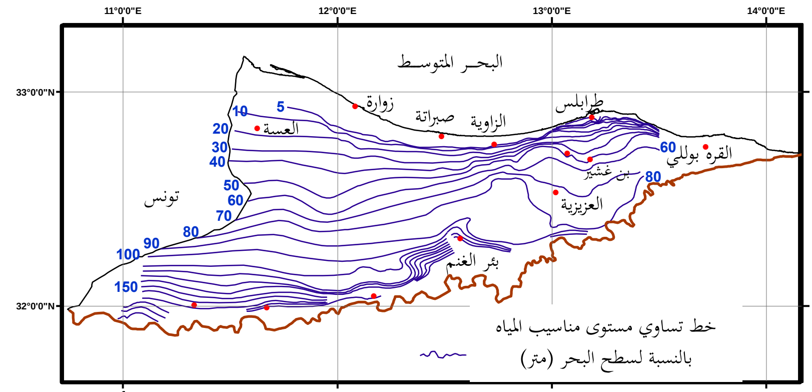
رقم البئر	المنطقة	العمق (متر)	الخزان الجوفي	مستوى الماء متر تحت سطح الأرض (يناير أو فبراير)						الهبوط الكلي في منسوب المياه (متر)				
				1972	1980	1990	2000	2005	2010	1972-1980	1972-1990	1972-2000	1972-2005	1972-2010
1243	وادى الهيرة	166	العزيزية	91.0	97.0	105.71	--	--	--	6.0	14.71	--	--	--
1307	وادى المجينين	400	العزيزية	102.0	115.8	132.87	161.35	181.03	--	13.8	30.87	59.35	79.03	--
1316	وادى الربيع	720	العزيزية	7.0	14.6	--	36.8	--	--	7.6	--	29.80	40.09 <	--
1327	عين زارة	93	الرباعي	20.8	28.21	34.60	38.19	--	--	7.41	13.80	17.39	--	--
1344	اسبيعة	121	الرباعي	55.0	55.7	84.48	84.89	85.02	--	0.7	29.48	29.89	30.02	--
1038	القره بوللي	135	الميوسين	11.15	18.05	21.55	43.13	--	--	6.9	10.4	31.98	--	--
1081	وادي الربيع	573	ابوشيبة	16.65	31.15	60.39	86.74	102.24	--	14.5	43.74	70.09	85.59	--
1096	الرابطة	26	الرباعي	14.01	15.24	--	16.1	17.68	16.73	1.23	--	2.09	3.67	2.72
1177	الغيران	204	الميوسين	5.85	16.44	26.5	32.56	--	--	10.59	20.65	26.71	--	--
1189	نالوت	46	ابوشيبة	11.45	16.56	--	17.46	--	18.40	5.11	--	6.01	--	6.95
1190	نالوت	36	ابوشيبة	12.55	16.11	--	16.41	--	18.07	3.56	--	3.86	--	5.52
1194	الرويس	21	الرباعي	15.03	15.09	--	16.54	--	16.49	0.06	--	1.51	--	1.46
1203	بدر	45	تكبال	17.25	17.63	--	26.54	32.76	33.65	0.38	--	9.92	15.51	16.40
1261	الرابطة	299	العزيزية	54.25	54.94	--	55.28	--	56.65	0.69	--	1.03	--	2.40



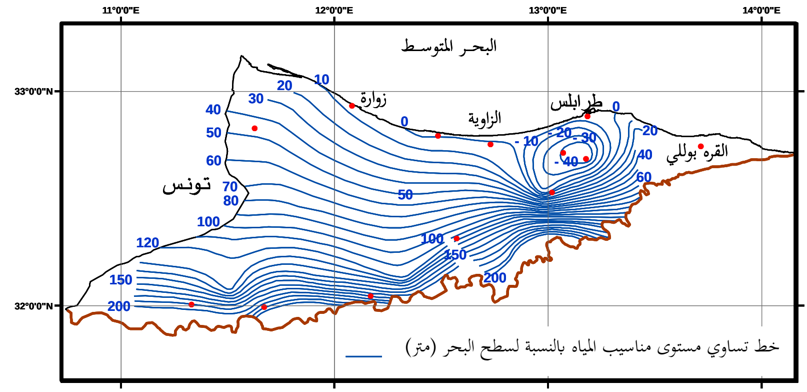
شكل (6-1/ أ) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بحوض سهل الجفارة



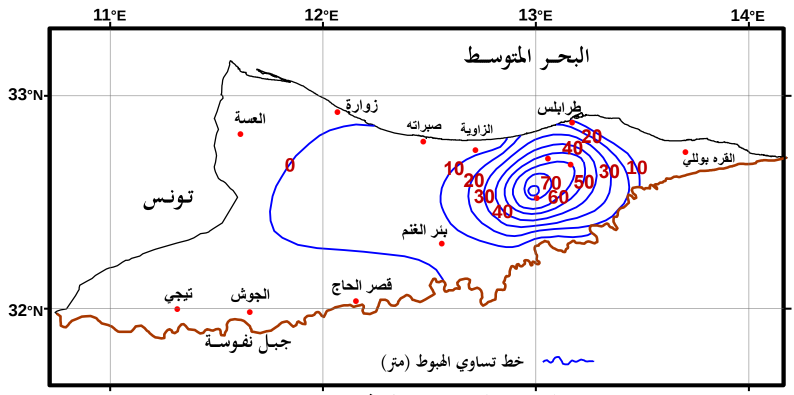
شكل (6-1/ ب) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بحوض سهل الجفارة



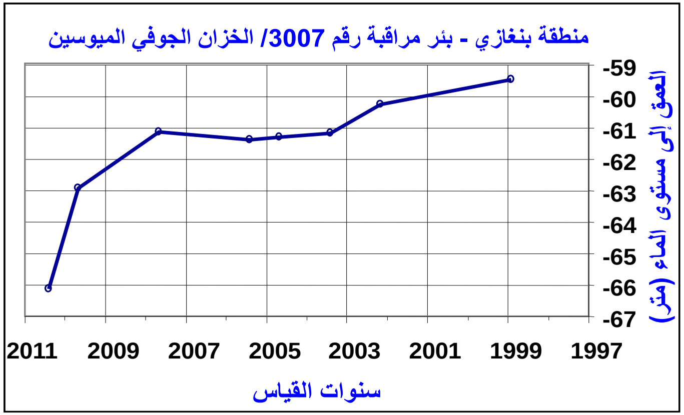
شكل (6-2) مستوى مناسيب المياه بالخزان الجوفي الأول (السطحي) في سهل الجفارة سنة 1972

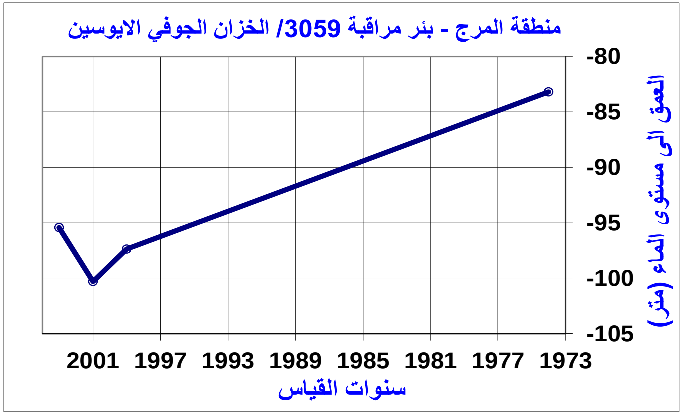


شكل (6-3) مستوى مناسيب المياه بالخزان الجوفي الأول (السطحي)

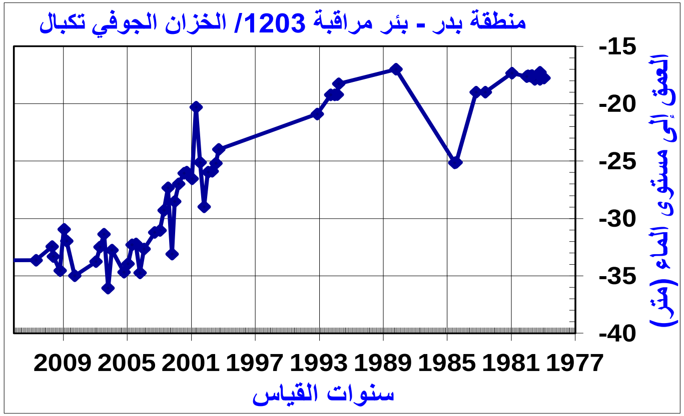


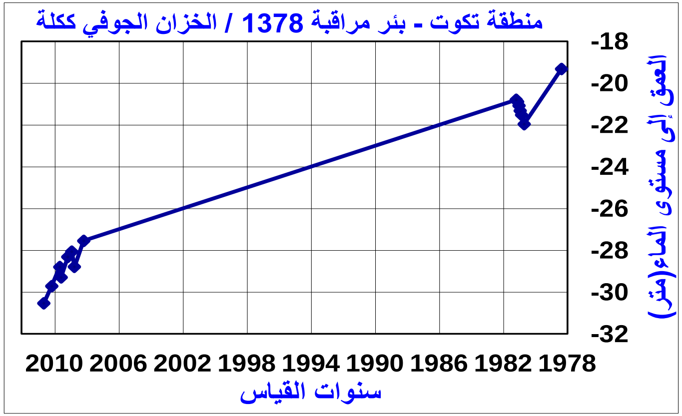
شكل (6-4) الهبوط في مناسيب المياه بالخزان الجوفي الأول (السطحي)



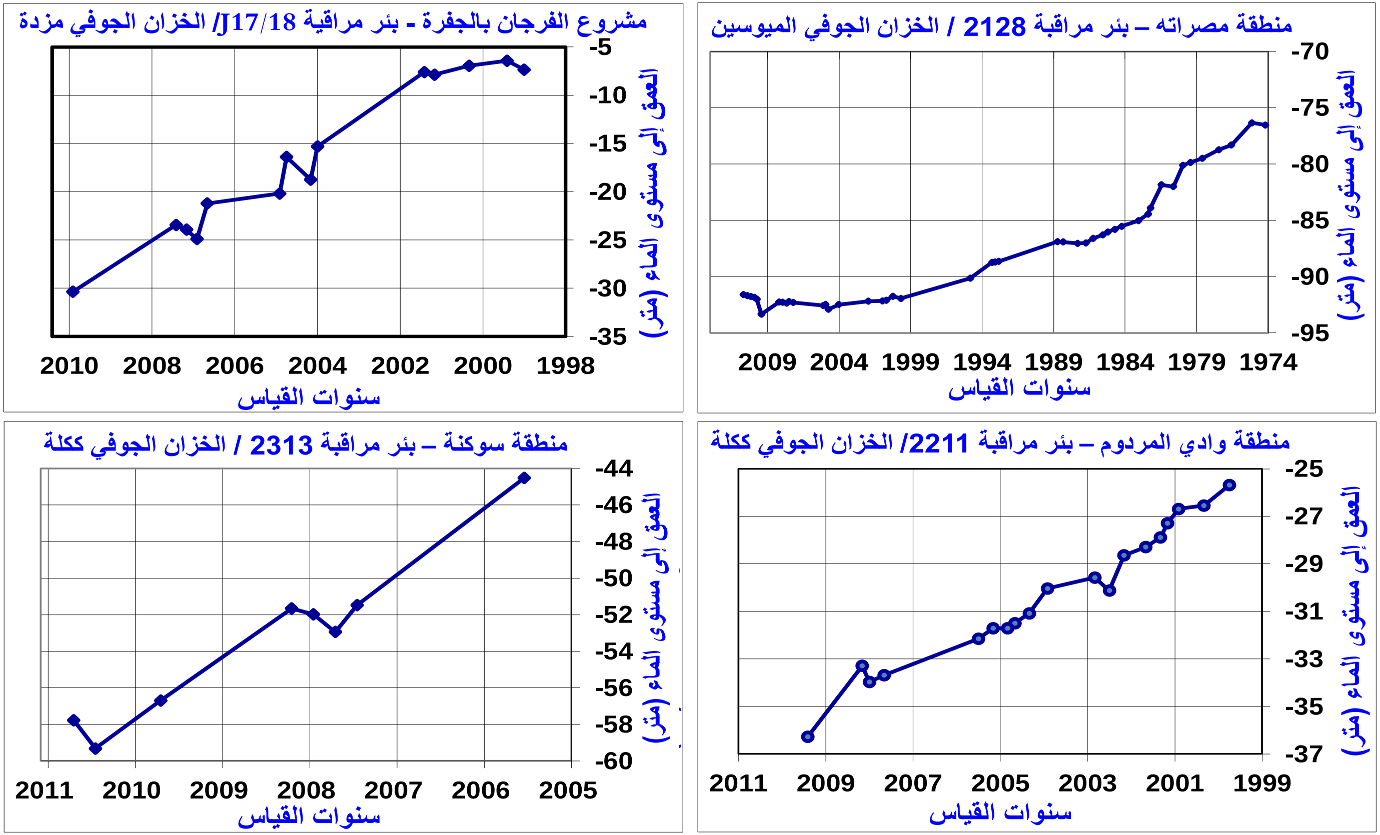


شكل (6−5) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية سهل بنغازي – الجبل الأخضر





شكل (6−6) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بقدم جبل نفوسة



شكل (6-7) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بحوض غدامس

جدول (6–2) مستوى الماء والهبوط في مستوى الماء بالخزانات الجوفية العلوية في حوض مرزق

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)		مستوى الماء المتحرك (متر)		الهبوط الكلي (متر)	معدل الهبوط (متر/السنة)
			التاريخ	مستوى الماء	التاريخ	مستوى الماء		
4124	القطرون	627	6/1979	5.64 –	2/2010	10.25–	4.61	0.150
4125	القطرون	735	9/1979	11.5+	2/2010	15.13–	26.63	0.875
4126	تمسة	313	2/1980	23.98–	2/2010	41.36–	17.38	0.370
4128	إيراون	323	3/1983	18.85–	2/2010	31.23–	10.78	0.579
4129	إيراون	344	3/1983	14.96–	2/2010	24.25–	9.29	0.344
4130	إيراون	307	12/1983	25.9–	2/2010	39.60–	13.7	0.523
4131	إيراون	211	5/1982	16.4–	2/2010	18.60–	2.2	0.079
4137	تساوة	397	1/1980	22.96–	2/2010	33.40–	10.44	0.348
4139	الحميرة	250	8/1975	4.9+	2/2010	22.27–	27.17	0.787
4143	القويرات	558	3/1984	13.55–	9/2000	15.55–	2	0.121
4144	مكنوسة	404	7/1984	41.88–	2/2010	47.40–	5.52	0.216
4145	مكنوسة	385	6/1984	27.62–	2/2010	35.65–	7.38	0.315
4146	مكنوسة	545	5/1984	36.07–	10/2008	38.56–	2.49	0.100
4147	مكنوسة	82	5/1984	40.75–	8/2004	45.24–	4.49	0.222
4149	تساوة	364	5/1984	23.1–	2/2010	29.00–	5.9	0.229
4151	تمسة	280	6/1999	23.7–	11/2008	25.84–	2.14	0.227
4154	غدوة	346	8/1986	37.60–	2/2010	62.65–	25.05	1.066
4113	سبها	130	12/1981	11.25–	3/2007	38.54–	27.29	1.125
4088	وادي برجوج	574	11/1978	24.20–	2/2010	41.60–	17.4	0.557

يتبع جدول (2-6)

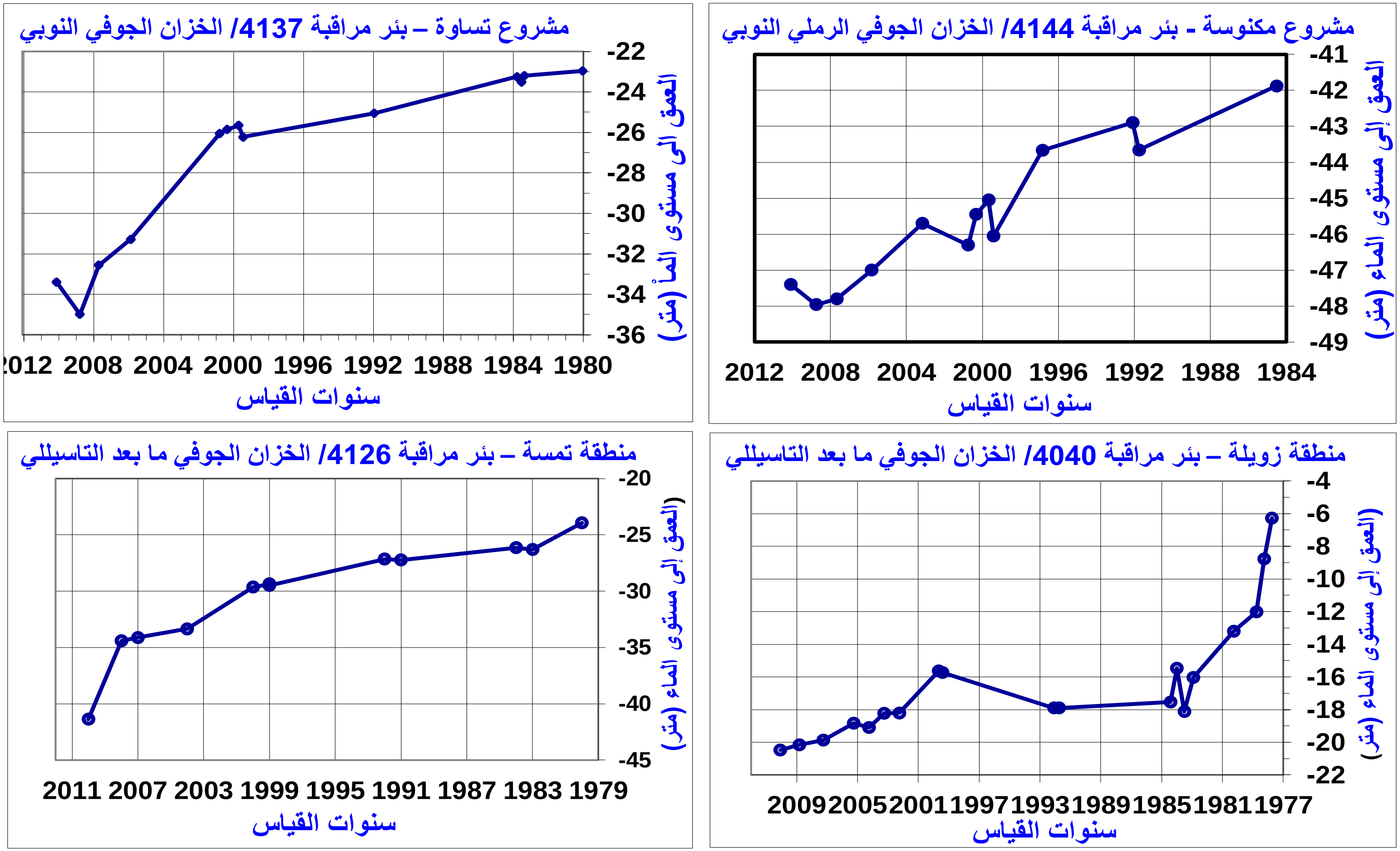
رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)		مستوى الماء المتحرك (متر)		الهبوط الكلي (متر)	معدل الهبوط (متر/السنة)
			التاريخ	مستوى الماء	التاريخ	مستوى الماء		
4002	الأبيض	139	4/1972	10.6−	2/2010	21.66−	11.06	0.292
4010	سمنو	372	8/1972	14.92−	5/2004	33.71−	18.79	0.592
4011	الأبيض	500	10/197	9.36−	3/2004	15.32−	5.96	0.190
4012	مرزق	592	11/197	11.82+	4/2005	3.2+	8.62	0.266
4017	الأبيض	42	2/1972	10.32−	3/2002	16.72−	6.40	0.213
4040	زويلة	602	10/197	6.27−	2/2010	20.47−	14.20	0.439
4041	زويلة	160	4/1978	18.96−	2/2010	31.55−	12.59	0.396
4058	الديسة	232	6/1978	7.63−	8/2007	27.38−	19.75	0.655
4062	الرقوبة	263	6/1978	21−	2/2010	33.87−	12.87	0.406
4063	القطرون	333	8/1974	7.74−	2/2010	9.43−	1.69	0.048
4079	غدوة	460	7/1974	8.67−	5/2000	12.09−	3.42	0.132
4087	وادي برجوج	290	12/198	37.43−	10/200	39.42−	1.99	0.155
4112	وادي برجوج	223	11/198	16.97−	6/2000	18.7−	1.73	0.098
4114	وادي برجوج	299	7/1982	76.74−	10/200	77.8−	1.06	0.058
4115	وادي برجوج	312	7/1982	69.3−	2/2010	71.82−	2.52	0.091
4116	وادي برجوج	304	7/1982	37.16−	9/2007	41.32−	4.16	0.165
4117	وادي برجوج	310	7/1982	29.8−	10/200	32.17−	2.37	0.310
4118	وادي برجوج	78	7/1982	55.79−	10/200	58.93−	3.14	0.111
4119	وادي برجوج	580	1/1983	58.19−	10/200	60.60−	2.41	0.094

جدول (6–3) مستوى الماء والهبوط في مستوى الماء بالخزان الجوفي العميق في حوض مرزق

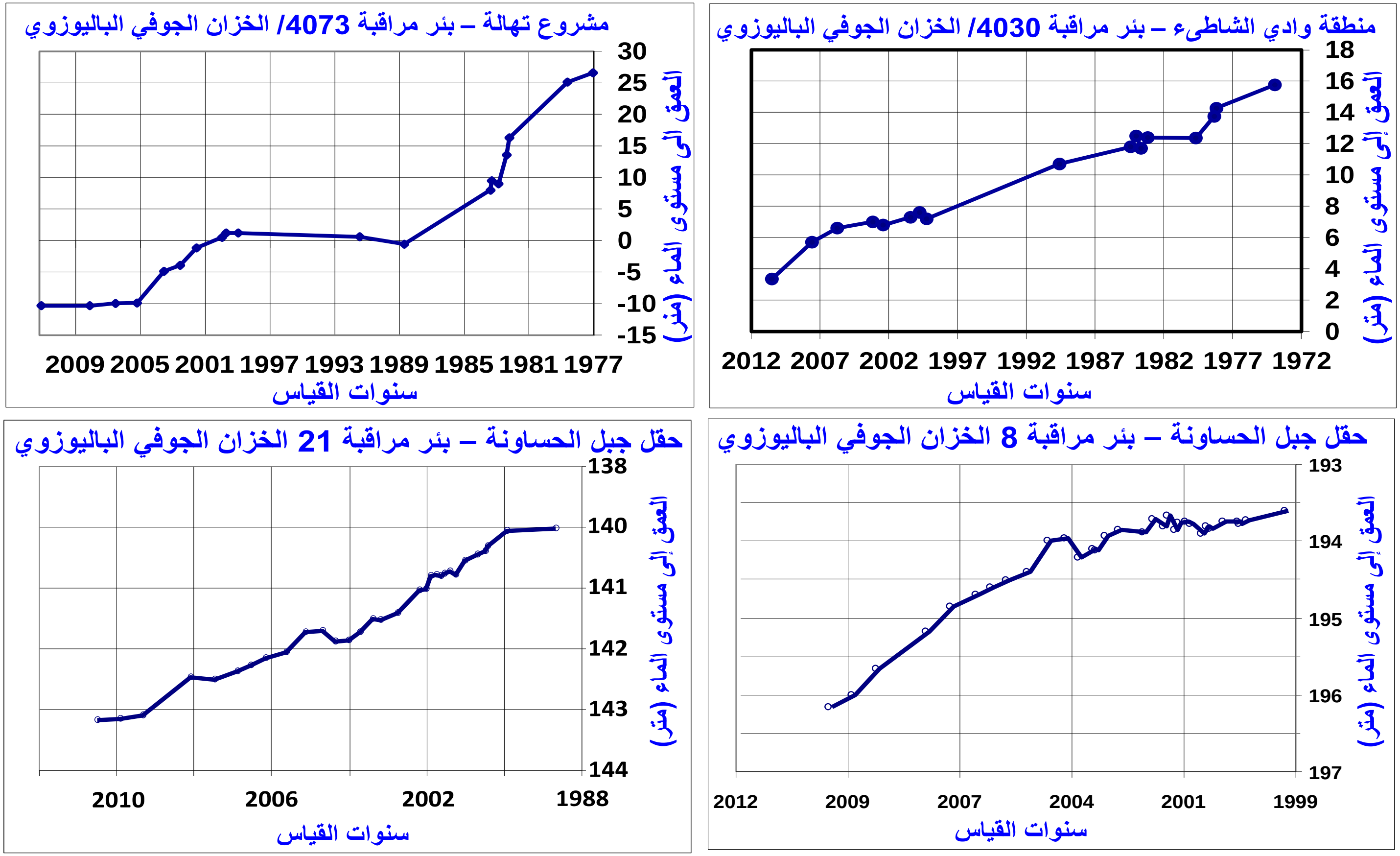
رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)		مستوى الماء المتحرك (متر)		الهبوط الكلي (متر)	معدل الهبوط (متر/السنة)
			التاريخ	مستوى الماء	التاريخ	مستوى الماء		
4008	ادري	606	3/1973	12.20 +	8/2010	0.72 +	11.48	0.307
4014	زلواز	35	12/1972	8.20 −	3/2003	19.77 −	11.57	0.382
4015	ونزريك	35	1/1973	1.42 −	2/2010	4.20 −	2.78	0.075
4023	رملة الزلاف	556	5/1973	12.95 +	6/2000	10.45 −	23.40	0.867
4030	حطايا برقن	245	12/1973	15.76 +	7/2010	3.36 +	12.40	0.331
4044	اشكدة	430	2/1975	7.33 +	2/2010	14.68 −	22.01	0.629
4045	اشكدة	350	1/1974	41.20 +	1/1991	2.25 +	38.95	2.291
4092	تاروت	118	8/1974	47.43 +	2/2010	12.08 +	35.35	0.996
4095	جبل فزان	200	12/1978	91.48 −	6/2000	91.87 −	0.39	0.018
4096	جبل فزان	202	1/1979	122.05 −	6/2000	122.17 −	0.12	0.006
4097	جبل فزان	117	1/1979	69.71 −	3/2003	75.99 −	6.28	0.259
4098	تاروت	128	1/1979	47.85 −	2/2010	56.50 −	8.65	0.279
4099	قطة	90	3/1978	11.86 +	2/2010	1.80 +	10.06	0.314
4100	ونزريك	123	3/1979	0.34 +	7/2008	3.43 −	3.77	0.129
4121	وادي الأريل	802	2/1979	27.34 −	10/2007	49.10 −	31.76	1. 108
4122	وادي الأريل	356	6/1979	5.72 +	7/2008	14.27 −	19.99	0.689
4123	وادي الأريل	552	8/1979	14.49 −	3/2003	25.44 −	10.95	0.464

يتبع جدول (6-3)

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	مستوى الماء الساكن (متر)		مستوى الماء المتحرك (متر)		الهبوط الكلي (متر)	معدل الهبوط (متر/السنة)
			التاريخ	مستوى الماء	التاريخ	مستوى الماء		
4068	تهالا	500	9/1977	+ 29.67	2/2010	− 20.55	50.22	1.550
4069	تهالا	457	9/1977	+ 7.7	8/2000	− 17.22	24.92	1.083
4072	تهالا	300	9/1977	+ 26.65	3/2003	− 1.89	28.54	1.119
4073	تهالا	300	9/1977	+ 26.62	10/2008	− 10.33	36.95	1.192
4074	تهالا	302	9/1977	+ 28.74	2/2010	− 14.97	43.71	1.349
4075	تهالا	278	9/1977	+ 27.23	10/2008	− 16.12	43.35	1.398
4077	العوينات	150	1/1976	+ 8.4	10/2008	− 8.35	16.75	0.511
Pz-1	شمال شرق جبل فزان	500	7/1998	− 163.96	1/2011	− 166.90	2.94	0.235
Pz-2	شمال شرق جبل فزان	360	7/1998	− 157.90	1/2011	− 159.17	1.27	0.102
Pz-5	شمال شرق جبل فزان	332	7/1997	− 124.22	2/2008	− 127.02	2.80	0.265
Pz-10	شرق جبل فزان	321	6/1999	− 154.09	1/2011	− 157.92	3.83	0.331
Pz-11	شرق جبل فزان	320	3/1999	− 109.93	1/2011	− 112.94	3.01	0.254
Pz-13	شرق جبل فزان	221	3/2000	− 80.65	1/2011	− 83.03	2.38	0.220
Pz-14	شرق جبل فزان	247	1/2000	− 92.41	1/2011	− 93.71	1.30	0.118
Pz-20	شرق جبل فزان	500	7/1998	− 150.46	1/2011	− 153.5	3.04	0.243
Pz-21	شرق جبل فزان	599	9/1998	− 140.01	1/2011	− 143.31	3.30	0.268
Pz-22	شرق جبل فزان	376	11/1998	− 199.77	1/2011	− 202.33	2.56	0.211



شكل (6–8 أ) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بحوض مرزق



شكل (6–8 ب) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بحوض مرزق

في أحواض المياه بمناطق جنوب شــرق ليبيا المتميزة بالامتداد الشــاســع للخزانات الجوفية وقلة الكثافة الســكانية المتمركزة بالواحات والمشــاريع الزراعية الإنتاجية والاســتيطانية لوحظ تركز الهبوط في مناســيب المياه بوسط مناطق الاستغلال. يقل هذا الهبوط تدريجيا حتى ينعدم بأطراف هذه المناطق آخذاً في الاعتبار أن مياه الخزانات الجوفية بهذه الأحواض غير متجددة ولا تتلقى تغذية وتعتمد على كميات الانســياب الطبيعي للمياه من الجنوب إلي الشــمال وذلك من خلال الاتصــال الهيدروليكي بين الطبقات الحاملة للمياه.

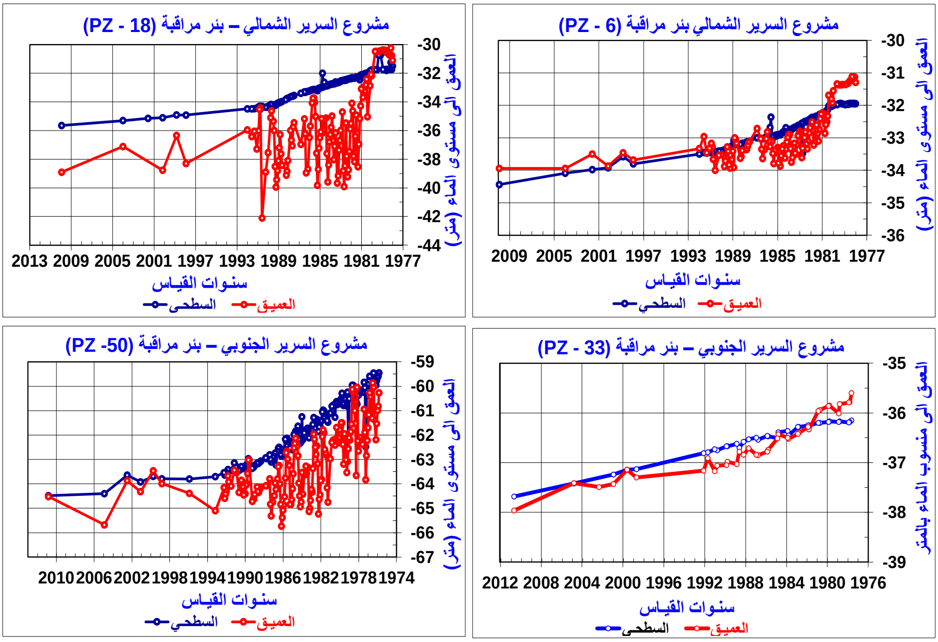
الأشكال (6–9 و 6–10) توضح مناسيب المياه بآبار المراقبة بالمشاريع القائمة في الســرير والكفرة منذ بداية القياس حتى ســنة 2010م، وشــكل (6–11) خرائط الهبوط بالخزانات الجوفية الســطحية والعميقة بمناطق السرير وجالو، وشكل (6–12) خرائط الهبوط بالخزانات الجوفية السطحية والمتوســطة والعميقة بتازربو، وجميع هذه الخرائط توضــح بأن أعلى قيم للهبوط في منسوب المياه تتركز بوسط حقول آبار المياه، كما يبين شكل (6–13) تركز الهبوط في منســوب المياه بمشــروع الكفرة الزراعي وكيف يقل تدريجيا في جميع الاتجاهات حتى ينعدم على بعد حوالى 400 كيلومتر من المشروع. علماً بأن الهبوط المسجل في مشاريع السرير والكفرة أقل بكثير من 0.5 متر ســنوياً خلال فترة الاســتغلال (فترة القياس) التي تجاوزت 30 عام.

ســجلت آبار المراقبة بمشــروع الســرير الزراعي الشــمالي والجنوبي هبوط محدود في مناسيب المياه خلال الفترة من (1974–2020م)، حيث وصل أقصــى هبوط في منسوب المياه بمشــروع الســرير الشــمالي وحقل آبار مشــروع النهر الصــناعي خلال سنة 2010م إلى أكثر من 7 متر للخزان الجوفي العميق وحوالي 4 متر للخزان الجوفي السطحي، وحوالي 5.7 متر

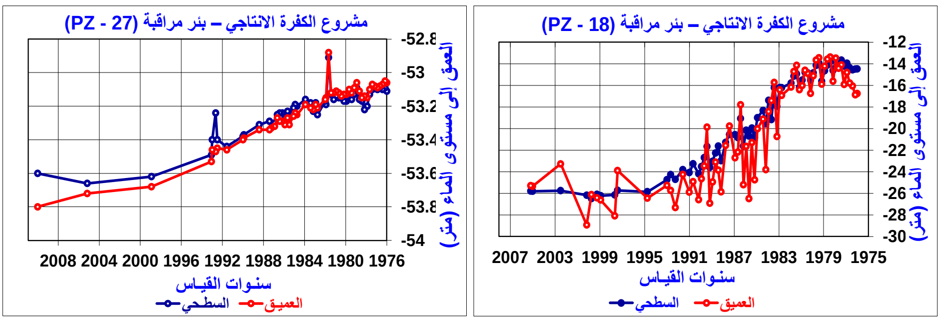
بمشروع النهر الصناعي، كما وصل أقصى هبوط بمشروع السرير الجنوبي إلى أكثر من 5 متر للخزان العميق وحوالي 5 متر للخزان الجوفي السطحي. حيث قدر معدل الهبوط السنوي في مناسيب المياه بمشروع السرير بأنها لا تتجاوز 0.22 متر/سنة كأقصى تقدير، أما بمشروع النهر الصناعي فتصل إلى 0.34 متر/سنة، وأقصى هبوط في مناسيب المياه بمنطقة جالو تجاوز 8 متر/سنة.

آبار المراقبة بمشروع الكفرة الإنتاجي سجلت هبوطاً في مناسيب المياه وصل إلى حوالي 13 متر بالخزان الجوفي العميق وحوالي 10 متر بالخزان الجوفي السطحي، أي بمعدل سنوي يصل إلى 0.32 متر/سنة كأقصى تقدير.

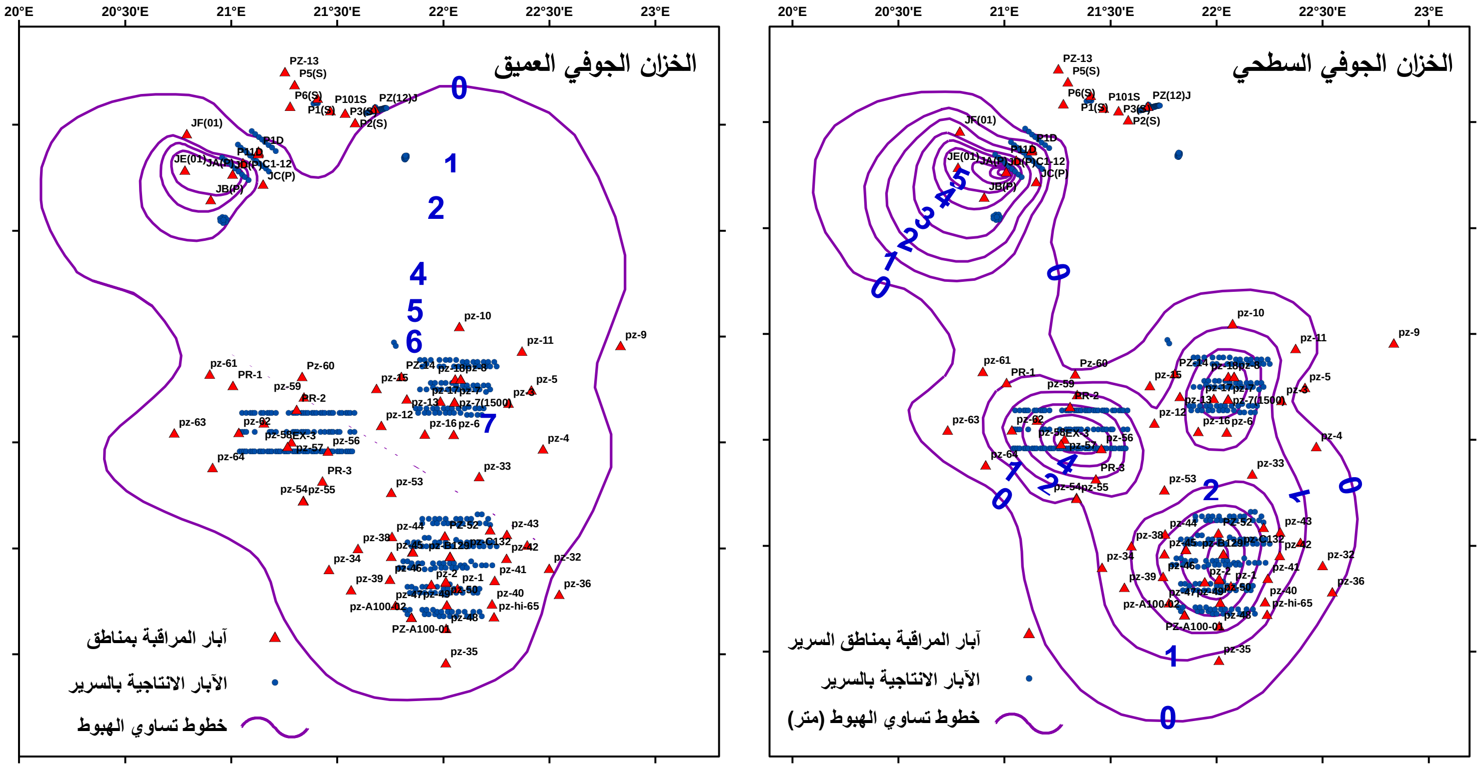
آبار المراقبة بمشروع حقل آبار النهر الصناعي بتازربو سجلت كذلك هبوطاً بمناسيب المياه بالخزانات الجوفية المختلفة، حيث كان الهبوط في مناسيب المياه في الخزان الجوفي الرئيسي (المستغل من قبل آبار مشروع النهر الصناعي) حوالي 45 متر بوسط الحقل، ويتراوح ما بين 5-7 متر في الخزان الجوفي الأوسط، أما الخزان الجوفي السطحي فإن الهبوط لم يتجاوز 0.36 متر بالمنطقة الشمالية الغربية للحقل و 0.6 متر بالمنطقة الشمالية الشرقية. أي بمعدل سنوي يصل إلى 7.5 متر/سنة بوسط الحقل.



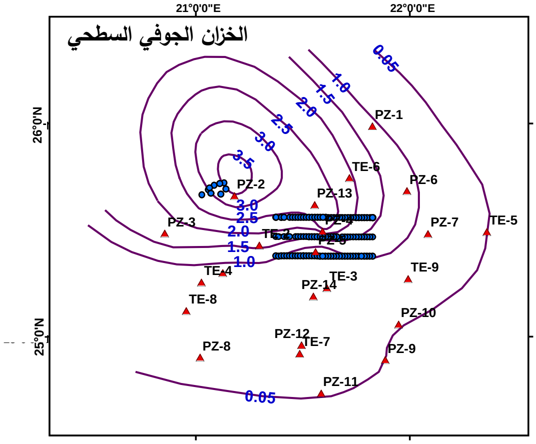
شكل (6–9) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بمشاريع السرير الزراعية

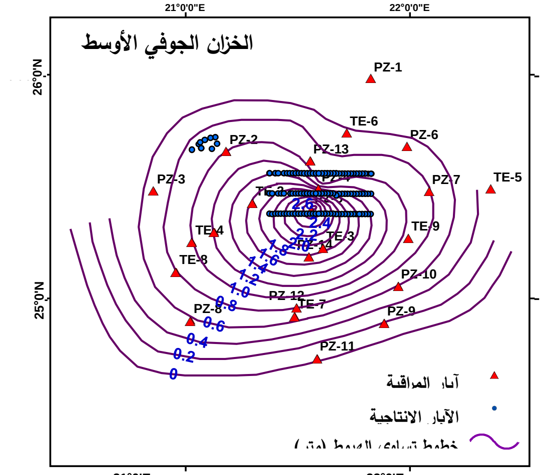


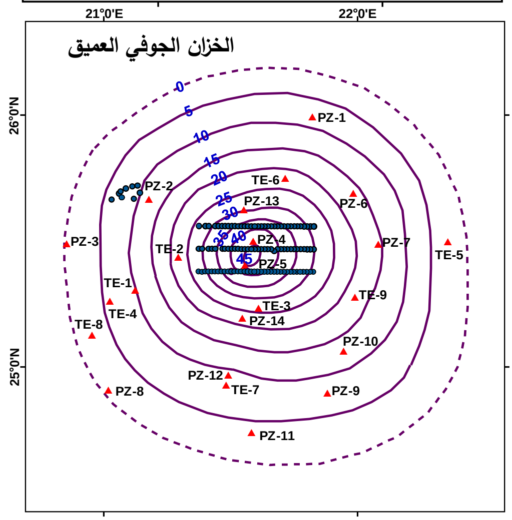
شكل (6–10) منحنيات الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بمشروع الكفرة الإنتاجي



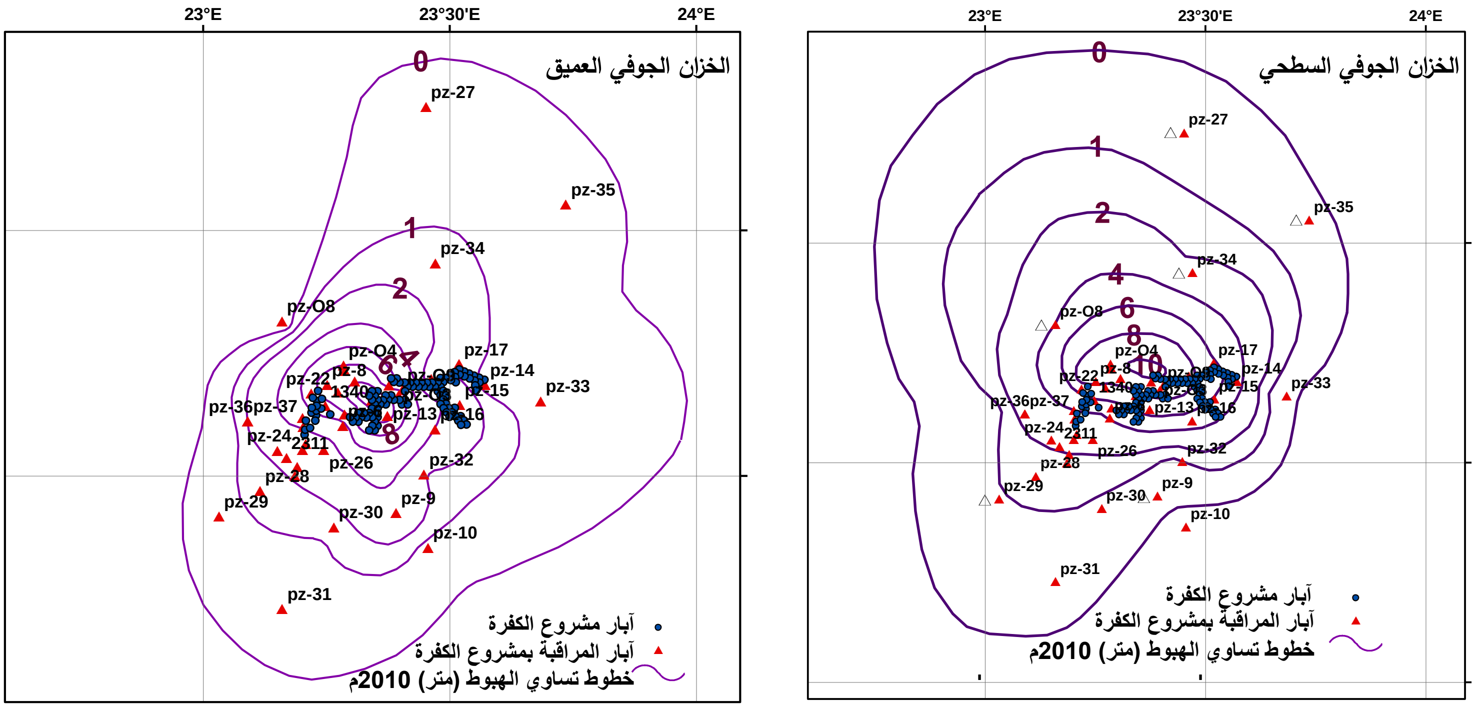
شكل (6-11) الهبوط في مناسيب المياه بالخزان الجوفي السطحي والعميق بمنطقة السرير – جالو







شكل (6–12) الهبوط في مناسيب المياه بالخزانات الجوفية بمنطقة تازربو



شكل (6-13) الهبوط في مناسيب المياه بالخزان الجوفي السطحي والعميق بمنطقة الكفرة

الهبوط المتسارع والمستمر في مناسيب المياه في مناطق الاستغلال المكثف سبب في حدوث عدة مشاكل ترتب عليها بعض الآثار البيئية والاقتصادية يمكن تلخيصها على النحو التالي:

- جفاف الطبقات الضحلة الحاملة للمياه.
- خسائر اقتصادية ناتجة عن حاجة المزارعين إلى تعميق آبارهم أحياناً أو حفر آبار بديلة للآبار الجافة، واستبدال المضخات بأخرى ذات قدرة على الضخ من مستويات عميقة (جدول 6-4).

جدول (6-4) عدد التراخيص الممنوحة لتعميق وحفر آبار بديلة

السنة	منطقة سهل الجفارة			المنطقة الوسطى		
	مسح وتعميق	آبار بديلة	المجموع	مسح وتعميق	آبار بديلة	المجموع
1984	217	133	350			
1985	569	93	662			
1986	466	97	563			
1987	605	102	707			
1988	812	178	990			
1989	699	145	844			
1990	852	197	1049			
1991	708	109	817	134	1	135
1992	352	132	484	26	6	32
1993	545	141	686	35	6	41
1994	370	154	524	36	1	37
1995	284	102	386	43	0	43
1996	238	108	346	24	6	30
1997	174	116	290	24	4	28
1998	156	122	278	5	1	6
1999	183	145	328	14	3	17
2000	117	97	214	8	2	10

- زيادة كلفة الضخ نتيجة لزيادة الطاقة الكهربائية المطلوبة.
- سبب نشاط حفر الآبار لاستغلال الطبقات السطحية التابعة لصخور العصر الطباشيري التي تتغذى مباشرة بمياه الأمطار بمناطق جبل نفوسة إلى تدني إنتاجية بعض العيون وجفاف البعض الآخر.
- ساهم جفاف الطبقات السطحية ببعض المناطق خاصة في حوض مرزق إلى تضرر أشجار النخيل، كما أدى الاتجاه إلى استخدام المياه الجوفية بالخزانات الجوفية ذات الملوحة العالية في الري إلى حدوث تملح وتغدق التربة بمناطق أخرى (الأشكال 6-14 و 6-15).



شكل (6-14) تضرر أشجار النخيل بمنطقة مرزق



شكل (6-15) تملح التربة نتيجة الري بمياه متدنية النوعية

- انخفاض منسوب المياه إلى مستوى أقل من مستوى سطح البحر الأمر الذي جعل مياه البحر المالحة تتقدم نحو اليابسة على طول امتداد الشريط الساحلي وتسبب في تدهور نوعية المياه.
- أدى النقص الحاد في المياه وعدم توفرها بالكمية والنوعية المطلوبتين في مدينة طرابلس وما حولها إلى اتجاه الكثير من سكان هذه المدينة لمواجهة تزايد الطلب على المياه عن طريق حفر آبار سطحية بدون مواصفات فنية، حيث أثبت التحاليل الكيميائية أن مياه بعض هذه الآبار ملوثة بالبكتريا القولونية بنسب تتجاوز الحد المسموح به، وقد تكون سبباً في حدوث بعض الأمراض والمشاكل الصحية.
- سحب المياه الجوفية من طبقات الحجر الرملي غير المتماسكة التابعة لعصر ما بعد الإيوسين بمشروع السرير الزراعي الجنوبي بوسط شرق ليبيا أدى إلى انضغاط الطبقات الناعمة خاصة الغرين والطين وحدوث ظاهرة التشقق الأرضي الذي تم ملاحظته على السطح بالقرب من بعض الآبار الإنتاجية بالمشروع منذ سنة 1982م، حيث أوضحت الدراسات وجود علاقة بين ظهور التشققات وامتداد قمع الهبوط الناتج

عن سحب المياه الجوفية بمنطقة المشروع. يتراوح اتساع هذه الشقوق من 2.5 سم إلى 100 سم وتمتد لمسافات قد تزيد عن الكيلومتر، وقد تؤدي هذه التشققات إلى تضرر بعض المنشآت ان وجدت مثل المباني، الطرق، أنابيب الري أو أنابيب نقل المياه، بالإضافة إلى توقع حدوث كسر أو عطب في أنابيب تغليف آبار المياه الإنتاجية في بعض الحالات شكل (6-16).





شكل (6-16) التشققات الأرضية التى ظهرت على السطح بالقرب من بعض آبار مشروع السرير الزراعي الجنوبي

6-2-2- تدهور نوعية المياه

السحب الجائر للمياه الجوفية أدى إلى تدهور ملحوظ في نوعية المياه نتيجة زحف مياه البحر المالحة لتعويض الفاقد في المياه العذبة. ملوحة المياه في بعض المناطق تجاوزت الحد المسموح به لإستخدامها في أغراض الشرب والزراعة، وتعتبر مدينة طرابلس وبنغازي من أكثر مدن ليبيا تأثراً بتداخل مياه البحر حيث تجاوزت ملوحة المياه 5000 مليجرام/لتر وقد وصلت إلى أكثر من 10000 مليجرام/لتر.

وكمثال توضيحي لما تعانيه الموارد المائية في مدينة طرابلس من تدهور في نوعيتها يمكن ملاحظة الزيادة الســـريعة في تركيز الأملاح الذائبة ببعض حقول آبار المياه التي كانت تزود هذه المدينة بمياه الشــرب خلال الفترة من سنة 1977 إلى سنة 1995 ، كما هو مبين في جدول (6-5).

جدول (6-5) زيادة تركيز الأملاح ببعض حقول آبار المياه في مدينة طرابلس

محطة الضخ	مجموع الأملاح الذائبة (مليجرام/ لتر)			
	1977م	1978م	1988م	1995م
طريق السواني	490	850	3000	10300
رأس حسن	--	1600	3700	15750
أبو مليانة	--	990	5500	10000 <
باب بن غشير	--	800	5200	10000 <
قوز زناتة	948	1860	13500	17000 <

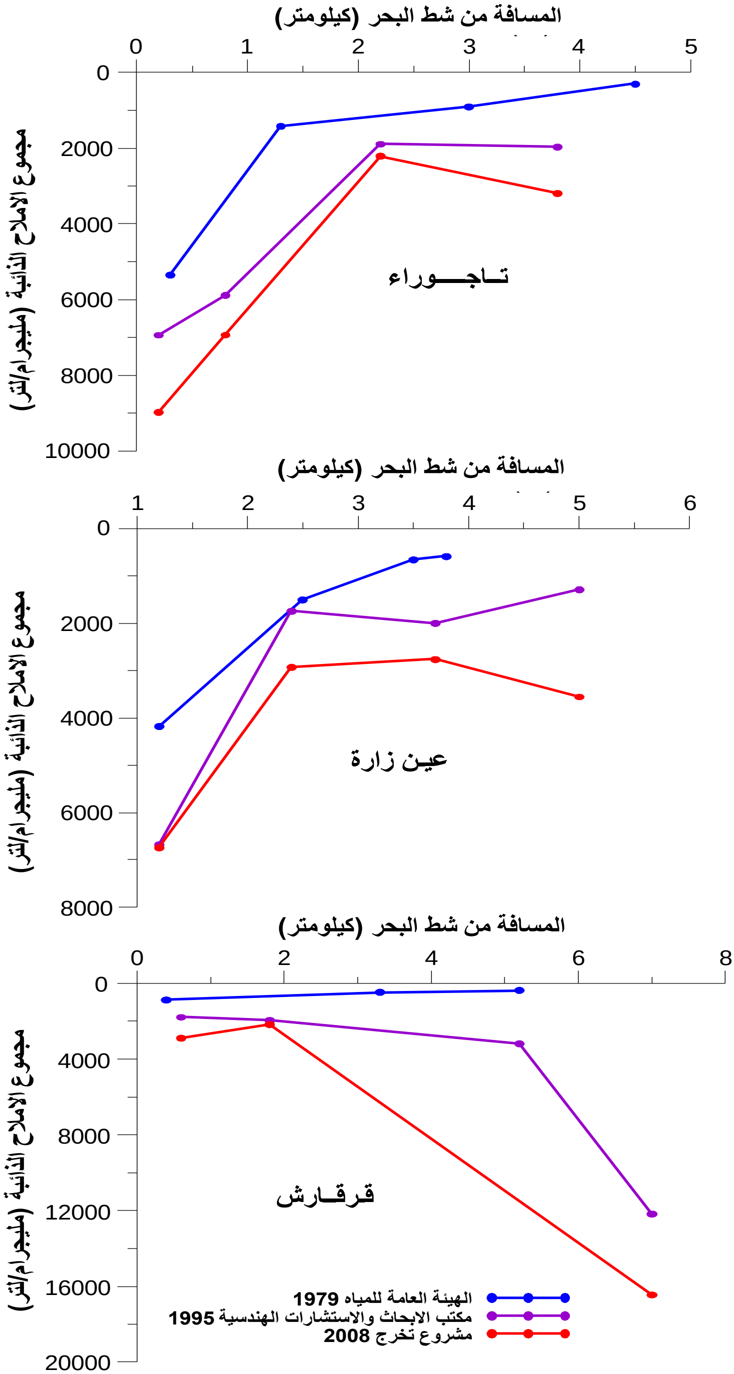
جدول (6–6) يبين تغير ملوحة المياه في بعض الآبار التى إستخدمت لدراسة تداخل مياه البحر في مناطق الشريط الساحلي لسهل الجفارة خلال السنوات من 1979م إلى 2008م، وكذلك تغيرها على مسافات مختلفة من شط البحر في اتجاه الجنوب. هذه البيانات تم تمثيلها بيانياً لتوضيح تغير ملوحة المياه مع الزمن والمسافة من شط البحر (شكل 6–17). يتضح من هذا الشكل زيادة ملوحة المياه خلال الفترة من 1979م إلى 2008م، كما لوحظ زيادة الملوحة كلما اقتربنا من الساحل، وفي بعض المناطق حدث ارتفاع ملحوظ لملوحة المياه للآبار البعيدة عن الساحل ناتج عن حفر آبار بعمق يصل إلى المياه المالحة، ونتيجة للضخ حدث ما يعرف بالقمع العكسي للملوحة كما حدث بآبار مقطع قرقارش.

ولتوضيح زحف جبهة المياه المالحة نحو اليابسة تم تجميع خطوط تساوي الملوحة 1500 مليجرام/لتر في الدرسات السابقة منذ 1957م وحتى 2008م ورسم خريطة لهذا الغرض كما هو مبين في شكل (6–18). لقد قدر سريان المياه المالحة نحو اليابسة في سنة 1990م بحوالي 166 مليون متر مكعب سنوياً مما تسبب في تجاوز ملوحة مياه الخزان الجوفي السطحي بمناطق الشريط الساحلي المعايير المحددة محلياً وعالمياً.

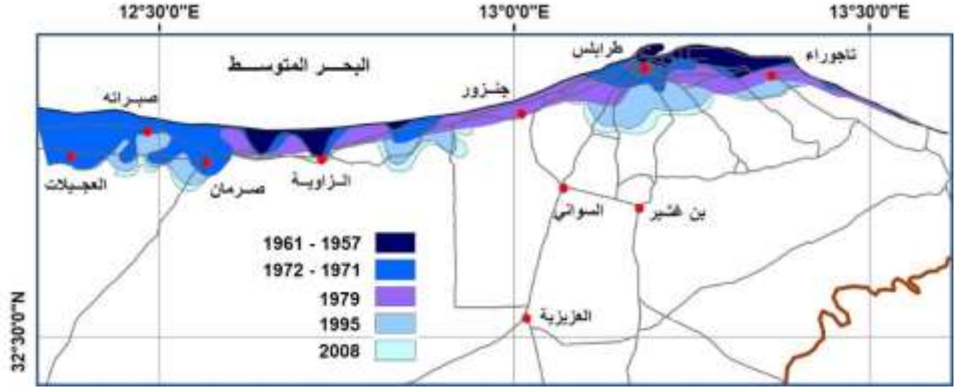
جدول (6-6) تغير ملوحة المياه في بعض الآبار (دراسات تداخل مياه البحر في منطقة سهل الجفارة 1979 - 2008م)

الهيئة العامة للمياه (Floegel 1979)							مكتب الابحاث والاستشارات الهندسية / جامعة طرابلس (ERCB 1995)						*مشروع تخرج/ كلية الهندسة (2008)
رقم البئر	الموقع	الاحداثيات		العمق (متر)	المسافة من الساحل (كيلومتر)	مجموع الاملاح الذائبة (ملج/لتر)	رقم البئر	الاحداثيات		العمق (متر)	المسافة من الساحل (كيلومتر)	مجموع الاملاح الذائبة (ملج/لتر)	مجموع الاملاح الذائبة (ملج/لتر)
		X	Y					X	Y				
78	تاجوراء	$^{3}4815$	$^{36}3965$	23	0.3	5360	T500	$^{3}4725$	$^{36}4085$	9	0.2	6944	8979
79	تاجوراء	$^{3}4800$	$^{36}3965$	12	1.3	1434	T 501	$^{3}4715$	$^{36}4025$	9	0.8	5892	6940
58	تاجوراء	$^{3}4760$	$^{36}3805$	24.5	3.0	918	T 503	$^{3}4715$	$^{36}3880$	12	2.2	1900	2220
36	تاجوراء	$^{3}4655$	$^{36}3645$	40	4.5	310	T 505	$^{3}4700$	$^{36}3765$	30	3.8	1978	3194
70	عين زارة	$^{3}4260$	$^{36}4020$	8.40	1.2	4188	T 401	$^{3}3575$	$^{36}4180$	7	1.2	6688	6746
50	عين زارة	$^{3}4140$	$^{36}3935$	11	2.5	1514	T 402	$^{3}3600$	$^{36}4055$	9	2.4	1743	2936
292	عين زارة	$^{3}4160$	$^{36}3805$	28	3.5	668	T 403	$^{3}3585$	$^{36}3905$	14	3.7	2009	2764
30	عين زارة	$^{3}4200$	$^{36}3775$	44	3.8	589	T 404	$^{3}3575$	$^{36}3770$	28	5.0	1297	3560
62	قرقارش	$^{3}2335$	$^{36}2830$	24	0.4	872	T 301	$^{3}2575$	$^{36}3920$	30	0.6	1787	2884
683	قرقارش	$^{3}2460$	$^{36}3725$	100	2.1	1310	T 302	$^{3}2610$	$^{36}3815$	30	1.8	1958	2170
	قرقارش						T 307	$^{3}2570$	$^{36}3255$	154	7.0	12176	16459
45	جنزور	$^{3}4100$	$^{36}3350$	53	0.9	538	T201	$^{3}1490$	$^{36}3430$	30	1.8	1029	1224
105	جودائم	$^{2}9140$	$^{36}3035$	54	0.5	1352	Z501	$^{2}9410$	$^{36}3020$	40	0.7	3559	8370
288	أبوعيسى	$^{2}7890$	$^{36}2785$	22	3.3	620	Z 406	$^{2}8305$	$^{36}2690$	40	3.8	952	1050
2	صرمان	$^{2}6900$	$^{36}2780$	33	4.2	786	Z 308	$^{2}7305$	$^{36}2595$	20	5.5	1302	1864

* تحديث دراسة مكتب الابحاث والاستشارات الهندسية/جامعة طرابلس



شكل (6-17) تغير نوعية المياه على مسافات مختلفة من شط البحر



شكل (6–18) تقدم جبهة المياه المالحة نحو اليابسة بمنطقة سهل الجفارة 1957 – 2008 م

مخاطر ملوحة المياه

- أصبحت المياه المالحة غير صالحة للإستخدامات المختلفة (المنزلية، الزراعية، والصناعية).
- سببت هذه المياه بشكل واضح في تلف وعطب أغلب الأدوات والمعدات المنزلية (مواسير تزويد المنازل بالمياه، خزانات، سخانات المياه، الغسالات والحنفيات وغيرها) وساهمت في تقليل عمرها الإفتراضي وزيادة تكاليف صيانتها نتيجة تأكلها.
- تآكل وتلف شبكات الإمداد المائي (شبكات توزيع المياه بالمدن) وما نتج عنه من تكاليف باهظة لصيانتها وتجديدها، كما سببت حدوث انهيارات بالطرق في بعض المدن نتيجة لتسرب المياه من الشبكات المتآكلة (شكل 6–19).
- تلف وعطب شبكات المياه بالمباني الخاصة والعامة الحق أضراراً وتشققات ببعض هذه المباني نتيجة لتسرب المياه من الشبكات المتآكلة (شكل 6–20).



شكل (6–19) تآكل وتلف شبكات توزيع المياه في المدن
وحدوث انهيارات بالطرق العامة



شكل (6–20) أضرار وتشققات في بعض المباني نتيجة لتسرب المياه
من الشبكات المتآكلة بمدينة طرابلس

- تلف أو عطب المعدات والأجهزة الخاصة بمنظومات التسخين والتبريد التي تستخدم المياه (الغلايات ومعدات التكييف) المستخدمة في المصانع والمستشفيات والفنادق وغيرها من المرافق.
- قفل آبار المياه التي تخترق الخزان الجوفي السـطحي بحقول آبار المياه التي كانت تزود سكان مدينة طرابلس بمياه الشـرب نتيجة ملوحة المياه العالية أدى إلى انخفاظ في مستويات نصـيب الفرد من اسـتهلاك المياه خلال السنوات الماضية علماً بأن أغلب محطات الضخ لا تعمل حالياً، جدول (6–7).

جدول (6–7) يبين عدد الآبار التي تعمل بمحطات الضخ في مدينة طرابلس (1977– 1995)

محطة الضخ	عدد الآبار المنتجة	
	1977	1995
طريق السواني	46	34
رأس حسن	21	10
ابومليانة	18	3
قوز زناته	17	3
باب بن غسير	5	1

المصدر: الرابطى، عبدالقادر علي و الغويل، محمد خالد 1997.

- موت أغلب أشجار الحمضيات والفواكه الأخرى بالمناطق المتأثرة بتداخل مياه البحر مما سبب في تدني معدلات الإنتاج الزراعي بالمناطق المتضررة، وبالتالي انكماش الرقعة الزراعية ما يعجل في حدوث ظاهرة التصحر.

- تآكل أدوات ومعدات تجهيز آبار المياه مثل أنابيب التغليف، المضخات، وأنابيب رفع المياه من البئر إلى السطح (شكل 6-21).
- الاضطرار إلى تركيب وحدات التحلية المنزلية وما يترتب عن ذلك من أضرار صحية، وتكاليف مالية باهظة، وآثار بيئية من صرف المياه شديدة الملوحة الناتجة عن هذه التحلية.



شكل (6-21) تآكل أنابيب رفع المياه من البئر إلى السطح بسبب ملوحة المياه العالية

6-3- تناقص حصة الفرد من المياه في ليبيا

نتيجة لتضاعف استهلاك المياه تناقصت حصة الفرد من المياه العذبة المتجددة والمتاحة للإستخدامات المختلفة في ليبيا حتى أصبحت أقل من المعدل الذي حددته الأمم المتحدة (1000 متر مكعب سنوياً) لقياس مستوى الفقر المائي للدول. لقد تناقص نصيب الفرد من المياه المتجددة في ليبيا:

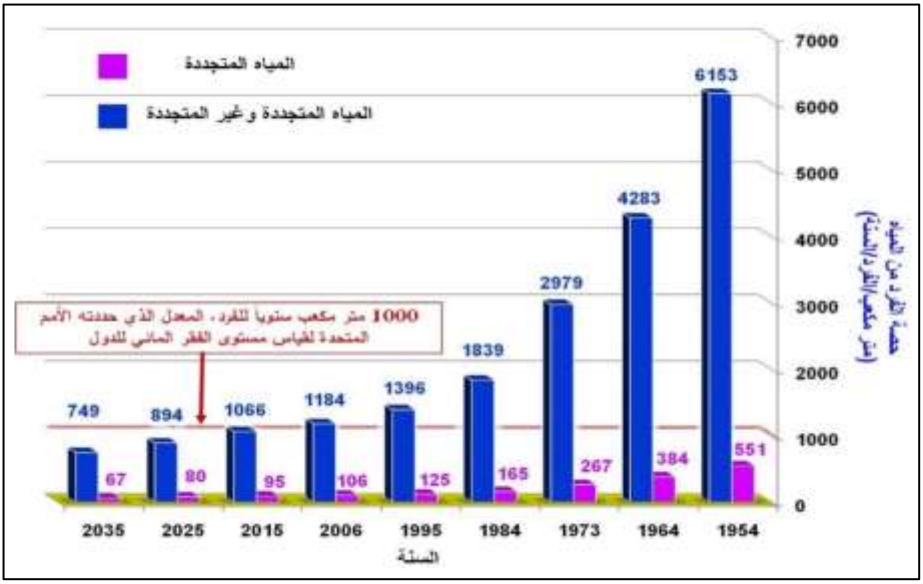
- من حوالي 551 متر مكعب/فرد/السنة في سنة 1954م،
- إلى حوالي 95 متر مكعب/فرد/السنة في سنة 2015م،
- ويتوقع أن تصل هذه النسبة إلى أقل من 75 متر مكعب/فرد/السنة في سنة 2030م.

كما أن حصة الفرد من كل المياه الجوفية المتاحة (العذبة المتجددة وغير المتجددة) أصبحت أقل من المعدل الذي حددته الأمم المتحدة، حيث قدر نصيب الفرد من هذه المياه حوالي 1095 متر مكعب/فرد/السنة عام 2015م، وسيصل إلى حوالي 850 متر مكعب/فرد/السنة في سنة 2030م (شكل 6-22).

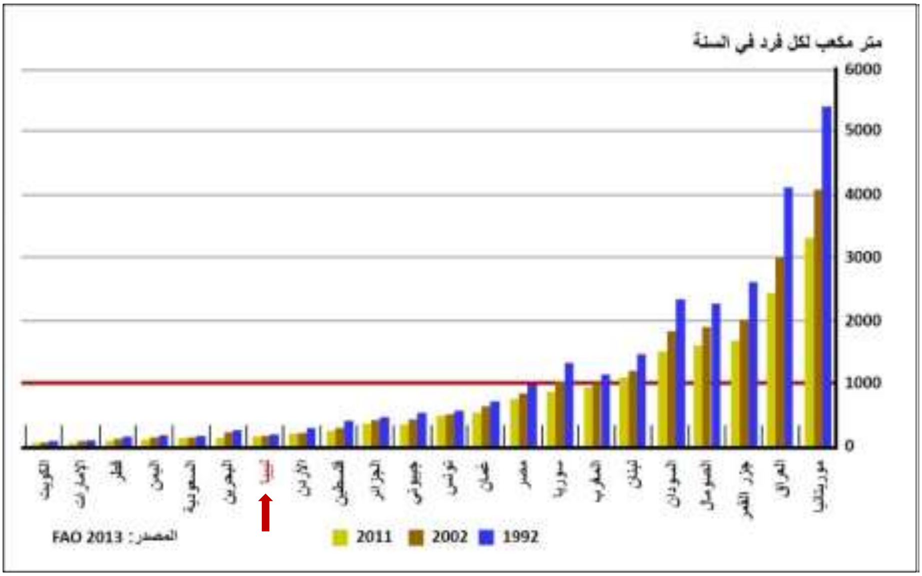
قد يكون السبب الرئيسي في تناقص حصة الفرد من المياه المتجددة هو الزيادة في عدد السكان، ومحدودية الموارد المائية التقليدية، وعدم الوعي بأن المياه الجوفية قابلة للنضوب، والإهمال والهدر والإسراف في الإستخدام الزراعي والمنزلي غير المرشد لهذه المياه، المصحوب بتدهور نوعيتها، بالإضافة إلى عدم الإهتمام بتحلية مياه البحر، وعدم الاستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها، خاصة في المناطق الساحلية ذات الكثافة السكانية ساهم في تقليص حجم المياه المتاحة للاستعمال، وسيزيد من تناقص حصة الفرد من المياه مستقبلاً.

عربياً بالنسبة لحصة الفرد من المياه المتجددة للسنوات 1992 و 2002 و 2011م تكون ليبيا في الترتيب السابع قبل الأخير، علماً بأن أغلب الدول التي تأتي بعد ليبيا تعتمد في توفير المياه اللازمة للاستعمالات الحضرية لمواطنيها بإستخدام

تقنيات تحلية مياه البحر كمصدر بديل لعدم توفر المياه التقليدية المتجددة بالكمية والنوعية المطلوبة (شكل 6-23).



شكل (6-22) تناقص حصة الفرد من المياه



شكل (6–23) تناقص حصة الفرد العربي من المياه المتجددة

6-4- العجز في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية

من خلال تقديرات الشركة العامة للمياه والصرف الصحي في تقريرها الصادر في عام 2015م يتضح أن هناك بعض المناطق تعاني عجزاً في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية قدر بحوالي 73.4 مليون متر مكعب/السنة، حيث تراوحت نسب العجز في هذه المناطق ما بين 2% إلى 81%، والمناطق التي تعاني عجزاً في الإمداد المائي هي:

- جبل نفوسة من مسلاتة شرقاً إلى نالوت غرباً (54% - 69%).
- غرب سهل الجفارة من الزاوية حتى زوارة (36%).
- غدامس (2%)، وغات (17%).
- غرب بنغازي (34%)، اجدابيا (45%)، المرج (8%)، وطبرق (7%).
- شرق طرابلس من تاجوراء إلى زليتن (20% - 81%).
- الجفارة (52%)، مناطق بن غشير (73%).
- المنطقة الوسطى (30%).

وفي تقرير الشركة العامة للمياه والصرف الصحي للعام 2020 يتضح وجود عجز في الإمداد المائي للأغراض المنزلية يصل إلى حوالي 434 مليون متر مكعب/السنة.

البيانات الواردة في التقارير السنوية للشركة العامة للمياه والصرف الصحي للسنوات 2010م، 2015م، 2017م و 2020م تؤكد بأن هناك تناقص مستمر في كميات المياه المتاحة للإمداد الحضري مع الزمن، وهذا يمكن ملاحظته من خلال مقارنة ما هو متاح من المياه للاستعمالات الحضرية خلال السنوات المذكورة أعلاه والواردة في الجداول (5-8، 5-9 و 5-10) مع تقديرات الاحتياجات الحضرية من المياه لنفس السنوات كما هو مبين في جدول (5-12).
لقد تم تلخيص نتائج المقارنة في جدول (6-8).

جدول (6–8) مقارنة كميات المياه المتاحة مع

الاحتياجات المائية للأغراض الحضرية

السنة	كميات المياه المتاحة (م م^3/السنة)	تقدير الاحتياجات من المياه (م م^3/السنة)	العجز (م م^3/السنة)
2010م	747.9	610.1	---
2015م	667.1	740.5	73.4
2017م	575.0	770.1	195.1
2020م	382.9	816.8	433.9

يلاحظ من هذا الجدول بأن الاحتياجات المائية للاستعمالات الحضرية تزيد وذلك بزيادة عدد السكان سنوياً بينما تقل كميات المياه المتاحة للاستعمال سنوياً، وهذا مؤشر يدل على وجود عجز في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية يتفاقم ويزداد سوءً مع الزمن.

يتم تغطية العجز في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية من خلال حفر الآبار الخاصة، والتي انتشرت بشكل واضح في كل مكان، بالإضافة إلى تجميع مياه الأمطار(حصاد مياه الأمطار)، وشراء المياه المحملة على الشاحنات، وهذا ما أكده تقرير شركة القصبة للاستشارات والخدمات الفنية والتدريب لتقييم قدرات مؤسسات إمداد المياه في ليبيا الصادر في 2019.

وجود العجز في الإمداد المائي الذي تعاني منه أغلب المدن الليبية يرجع إلى عدة أسباب يمكن تلخيصها فيما يلي:

- الإمكانيات المائية المتاحة في بعض المناطق لا تغطي حجم الاحتياجات المائية للإستخدامات الحضرية.

- الاتساع العشوائي في تجمعات سكنية مبعثرة ومتباعدة (بدون مخططات) ساهم إلى حد كبير في صعوبة الإمداد المائي لهذه التجمعات، كما أن النمو المطرد في عدد السكان، وارتفاع مستوى المعيشة، مع عدم الوعي الكافي بكيفية إستخدام المياه المنزلية، وانتشار الاستراحات والحدائق المنزلية واتساعها بشكل مبالغ فيه، بالإضافة إلى استعمال أدوات غير اقتصادية في استهلاك المياه في المنازل والمحلات التجارية والصناعية، وعدم الإهتمام بصيانة الشبكات المنزلية (أنابيب وحنفيات وصناديق الطرد وغيرها)، ساهم في إضاعة وهدر كميات كبيرة من المياه أثناء الإستخدام.
- ضعف مساهمة قطاع التحلية في سد بعض الاحتياجات المائية، هذه المياه هي مورد مهم جداً لتضييق الفجوة القائمة بين الموارد المائية المتاحة والحاجات المستقبلية خاصة في المناطق الساحلية حيث يتركز معظم سكان ليبيا، وكذلك المناطق التي لا يوجد بها مياه جوفية عذبة.
- ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة بمياه أغلب آبار الحقول والتقاسيم التي تزود بعض المدن الساحلية بالمياه، نتيجة تداخل مياه البحر جعل ملوحة مياه هذه الآبار غير صالحة لجميع الاستعمالات وتم إيقاف تشغيل معظم هذه الآبار.
- كما أن الاعتداءات المتكررة على الآبار الإنتاجية ومنظومات النقل بحقول آبار المياه في السنوات الأخيرة، سبب في توقف ضخ مياه النهر الصناعي لفترات طويلة ومتكرر مما أدى إلى نقص حاد في الإمداد المائي للمدن الساحلية.
- تعرض بعض الآبار في بعض المناطق إلى التلوث الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي في مجاري الأودية بدون معالجة، بالإضافة إلى إنتشار مكبات القمامة خاصة في المناطق التي تتميز بالظاهرة الكارستية، حيث

سبب هذا التلوث في تدهور نوعية المياه وأصبحت غير صالحة للإستخدامات المختلفة، كما تعاني العيون المنتشرة بالمناطق الجبلية من التلوث ونقص في الإنتاجية.

- عدم وجود مياه جوفية صالحة للإستخدام البشري في مناطق كثيرة من البلاد، وكذلك القرى المنتشرة على امتداد الشريط الساحلي من سرت إلى اجدابيا، بالإضافة إلى المدن الواقعة شمال غرب سهل الجفارة من الزاوية إلى رأس جدير.
- الأعطال المتكررة للمضخات وتوقفها عن العمل (مضخات الآبار ومحطات الضخ ومحطات الضخ المساعدة والخزانات السفلية والعلوية)، بالإضافة إلى الأعطال التى تحدث باستمرار في شبكة المواسير الرئيسية وشبكات التوزيع إلى أماكن الاستهلاك.
- عدم استكمال البنية التحتية اللازمة لمشاريع المياه من خزانات ومحطات ضخ وشبكات توزيع المياه بالرغم من وجود آبار للمياه جاهزة للاستغلال في بعض المناطق.
- تدهور نوعية مياه الشرب وذلك لزيادة الملوحة نتيجة لتسرب المياه المالحة من الأسباخ والطبقات السطحية المالحة إلى المياه الجوفية، وارتفاع تركيز بعض العناصر مثل الحديد والمنجنيز والأكسجين المذاب في الماء في أغلب مناطق الجنوب الليبي، أدي إلى التآكل السريع للمضخات ولأنابيب الرفع، وشبكات إمداد المياه وملحقاتها.
- تهالك شبكات الإمداد المائي الرئيسية والفرعية في أغلب مدن البلاد بسبب إنتهاء عمرها الإفتراضي، مع عدم إجراء الصيانة اللازمة لفترات طويلة حتى أصبحت غير صالحة نهائيا للعمل، بالإضافة إلى عدم إمكانية تشغيل بعض

محطات المياه لانتهاء عمرها الإفتراضي، وعدم وجود محطات لتجميع وتوزيع المياه في بعض المناطق.

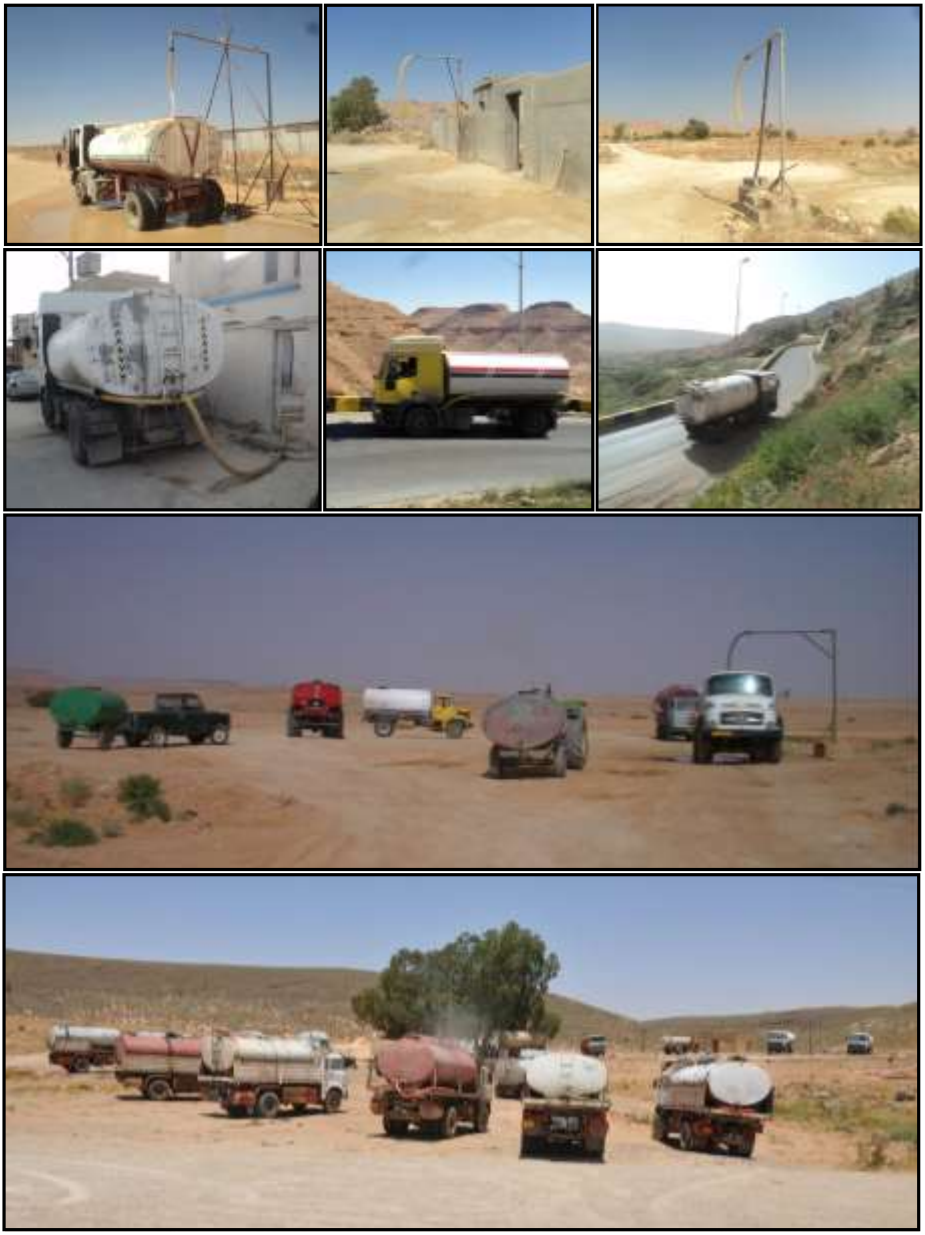
- الافتقار إلى الإمكانيات والموارد اللازمة للتشغيل والصيانة مثل المضخات والمواسير، وكذلك عدم توفر قطع الغيار اللازمة لذلك.
- انقطاع التيار الكهربائي المتكرر كان أحد أهم الأسباب في النقص الشديد للتزويد بالمياه في أغلب مناطق الجنوب.

الأشكال (6- 24 و 6-25 و 6-26) عبارة عن صور تبين بعض المظاهر المنتشرة في أغلب المدن الليبية التي تعاني من عجز في الإمداد المائي للأغراض الحضرية.



شكل (6-24) جلب المياه من مصادر بعيدة

شكل (6-25) شراء المياه المحملة على شاحنات النقل



شكل (6-25) شراء المياه المحملة على شاحنات النقل

شكل (6–26) إنتشار ظاهرة حفر الآبار العشوائي وغير المشروع في كل مكان



شكل (6–26) إنتشار ظاهرة حفر الآبار العشوائي وغير المشروع في كل مكان

6-5- الحلول المقترحة لمشاكل الإمداد المائي في بعض مناطق ليبيا

من خلال استعراض مشاكل الإمداد المائي التي تعاني منها بعض المناطق مع فروع الهيئة العامة للموارد المائية سابقاً في عام 2019، تم إقتراح الحلول اللازمة لهذه المشاكل كخطة أو برنامج عمل لمواجهة الأزمات الناتجة عن النقص في الإمداد المائي في هذه المناطق.

6-5-1- مدينة طرابلس

أ- مشاكل الإمداد المائي للمدينة

تعتمد مدينة طرابلس في تزويدها بالمياه اللازمة للاستعمالات المنزلية اعتماد أساسياً على المياه الجوفية، حيث كان في السابق يتم ذلك عن طريق حقول الآبار التابعة لمحطات الضخ أهمها: حقل السواني، قوز زناته، ورأس حسن، وكذلك عن طريق آبار التقاسيم، والتي يغذي فيها كل بئر أو مجموعة آبار التقسيم الخاص بها، حيث تجاوز في ذلك الوقت عدد آبار التقاسيم 260 بئراً موزعة على جميع فروع البلدية.

ونظراً لارتفاع تركيز الأملاح الذائبة بمياه أغلب آبار الحقول والتقاسيم في بلدية طرابلس نتيجة لتداخل مياه البحر، حيث تجاوزت ملوحة مياه هذه الآبار 3000 ملليجرام/لتر، وقد وصلت في بعض المناطق إلى أكثر من 10000 ملليجرام/لتر، مما أدى إلى إيقاف تشغيل معظم تلك الآبار.

في بداية الثمانينيات تم انشاء حقل آبار المياه في منطقة عين زارة، حيث كان الحقل يضم أكثر من 80 بئر بعمق يتراوح ما بين 84 – 140 متر، وتعطي هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 15 – 56 متر مكعب/الساعة، ونوعية مياه هذه الآبار كانت أثناء حفرها لم تتجاوز 800 ملليجرام/لتر.

كما يحتوي الحقل على آبار عميقة يتراوح عمقها ما بين 475-1152 متر، وتعطي هذه الآبار إنتاجية تتراوح ما بين 80 – 120 متر مكعب/الساعة، ونوعية مياهها تتراوح ما بين 1000 – 1600 ملليجرام/لتر. ولكن تم زحف المواطنين على هذا الحقل، وتم تقسيمه إلى قطع أراضي لاستغلالها لبناء المساكن، بالرغم من أن بعض تلك الآبار لازالت قائمة والبعض الأخر تم استغلاله من قبل المواطنين.

منذ عام 2006م تم البدء في تزويد مدينة طرابلس بالمياه اللازمة للاستعمالات المنزلية عن طريق مشروع النهر الصناعي (منظومة الحساونة)، حيث تم تخصيص حوالي 410000 م^3/يوم لتزويد المدينة بالمياه.

إلا أنه في السنوات الأخيرة ونتيجة للاعتداءات المتكررة على الآبار الإنتاجية ومنظومات النقل بحقل آبار الحساونة، مما سبب في توقف ضخ مياه النهر الصناعي لفترات طويلة ومتكرر نتج عنه نقص حاد في الإمداد المائي للمدينة.

هذه المشاكل أدت إلى قصور في الإمداد المائي جعل معظم السكان يتجهون إلى حفر الآبار العشوائية (بدون مواصفات فنية أو إشراف من الجهات المعنية) بعمق يتراوح ما بين 20 إلى 40 متر لاستغلال الطبقات السطحية، وهذا مخالف لقانون استغلال المياه، وقد يسبب أضراراً صحية وبيئية نتيجة للتلوث بمياه الآبار السوداء.

ب- الحلول المقترحة لمشاكل الإمداد المائي لمدينة طرابلس

- **حقول آبار المياه الجوفية**

- يوجد عدد من الآبار المحفورة قديماً تخترق الخزان الجوفي العميق يمكن إجراء كشف ميداني لتحديد مدى صلاحيتها للإستخدام أو إحتياجها للصيانة لغرض الاستفادة منها في تقليص العجز في الإمداد المائي في مدينة طرابلس.

كما يمكن انشاء حقول آبار مياه جديدة لإختراق الخزانات الجوفية العميقة داخل مدينة طرابلس، حيث يتوقع أن يعطي البئر الواحد إنتاجية تتجاوز 75 متر مكعب/الساعة ونوعية مياه (2000 – 4000 ملليجرام/لتر) يتم خلطها بمياه تحلية مياه البحر.

هناك مواقع داخل المدينة يمكن الاستفادة منها لانشاء هذه الحقول المقترحة بهدف خلط المياه الجوفية المالحة التي سيتم ضخها من الآبار العميقة بمياه البحر المحلاة مثل مواقع: سوق الثلاثاء القديم، غابة النصر، ومعهد الغيران سابقاً في منطقة الغيران.

- دراسة مدى إمكانية استعادة حقل آبار المياه في منطقة عين زارة وتشغيله، أو إيجاد مكان بديل في المنطقة لانشاء حقل آبار مياه من الآبار العميقة والتي تتميز بإنتاجية جيدة ونوعية مياه مقبولة قد لا تتجاوز 1600 ملليجرام/لتر.
- دراسة مدى إمكانية انشاء حقول آبار المياه في المناطق الواقعة بمحيط بلدية طرابلس (خارج حدود البلدية) لتزويد مدينة طرابلس الكبرى والمناطق المجاورة لها بالمياه العذبة (مياه ذات ملوحة جيدة)، واللازمة للاستعمالات الحضرية، حيث تم اختيار المناطق التالية للدراسة وهي:
  - منطقة سيدي السايح.
  - منطقة فم ملغة – سوق الأحد.
  - منطقة جنوب القره بوللي.

حيث تتطلب الدراسة حفر آبار اختبارية بالقرب منها آبار مراقبة، واختبارها لتحديد الخواص الهيدروليكية والهيدروكيميائية للطبقات الحاملة للمياه بهذه المواقع، ثم إجراء محاكاة بإستخدام نماذج رياضية خاصة

بذلك لتحديد كميات المياه التي يمكن ضخها، وعدد الآبار اللازمة لضخ هذه الكميات، وتوزيعها الجغرافي.

- تحلية مياه البحر

تعتبر تحلية مياه البحر من أهم البدائل المطروحة ومن أهم الخيارات الاستراتيجية لسد الاحتياجات المائية للأغراض المنزلية والصناعية الحالية والمستقبلية، لمدينة طرابلس وذلك باتخاذ الإجراءات التالية:

- بالإمكان وبصورة عاجلة حل أزمة الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية لمدينة طرابلس عن طريق انشاء محطات تحلية صغيرة ذات إنتاجيات تتراوح ما بين 5000 إلى 10,000 م^3/ يوم، وهي سهلة النقل من مكان إلى أخر، وذلك لتزويد التجمعات السكانية على الساحل، خاصة وإنها ذات كلفة مقبولة.
- كما يمكن الاستفادة من المياه التي يتم إنتاجها من محطات توليد الطاقة الكهربائية، وذلك بالتنسيق مع الشركة العامة للكهرباء.
- تنفيذ محطة التحلية المستهدف إقامتها بإنتاجية تصميمية 500000 متر مكعب/يوم، على أن يتم تنفيذ المحطة على مراحل (خطوط أو وحدات) إنتاجية متوازية ومستقلة، وقابلة للتطوير، والاستفادة من المياه المنتجة من كل خط أو وحدة فور انجازها مباشرة.

- رفع كفاءة الشبكات الحالية

وصيانة العاطل منها، وإصلاح التسربات الناتجة عن تآكل الأنابيب، وتركيب عدادات مياه للمصانع والشركات والمنازل، والقيام بالجباية للقضاء على الاستعمالات غير الصحيحة للمياه والتقليل من هدرها.

6-5-2- مناطق جبل نفوسة (الجبل الغربي)

تقع سلسلة جبل نفوسة (الجبل الغربي) إلى الجنوب من سهل الجفارة مكونة واجهة جبلية تمتد من الحدود التونسية غرباً إلى الخمس شرقاً، وهي من أهم التضاريس الواقعة في الشمال الغربي من ليبيا.

يتركز معظم السكان في المدن الواقعة عند قدم وسفح الجبل على طول إمتداد السلسلة الجبلية، ويعتمد السكان على الزراعة البعلية وتربية الماشية إذا تم إستثناء بعض المشاريع الزراعية التي تعتمد على الري بالمياه الجوفية وأغلبها تقع عند قدم الجبل ووديان مزدة.

أغلب نشاط السكان من زراعة ورعي الماشية يعتمد على الأمطار التي تسقط على المنطقة، حيث يمتد الموسم المطير من شهر سبتمبر إلى شهر مايو، ويتراوح معدل سقوط الأمطار السنوي بمناطق قدم الجبل ما بين 100 إلى حوالي 250 مم/السنة، ويتراوح ما بين أقل من 100مم إلى 340 ملم/السنة بظهر الجبل (أعلى المعدلات الشهرية للهطول المطري بجبل نفوسة سجلت بمناطقتي غريان ومسلاتة)، ويقل المعدل المطري كلما اتجهنا غرباً وجنوباً ليصل إلى حوالي 75 مم/السنة. أعلى معدلات الأمطار تم قياسها في شهري ديسمبر ويناير في أغلب مناطق الجبل، وأقلها في شهري يوليو وأغسطس.

إضافة إلى المعاناة الناتجة عن قساوة طبيعة الأرض الجبلية والمناخ، فإن سكان المناطق الجبلية يعانون من مشاكل النقص الشديد في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية. تقرير الشركة العامة للمياه والصرف الصحي الصادر في عام 2015م بين بأن العجز في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية في المدن الممتدة من مسلاتة شرقاً إلى نالوت غرباً تراوح ما بين 54% إلى 69%.

أ- مشاكل الإمداد المائي التي تعاني منها المناطق الجبلية

- تعتمد المنطقة الجبلية على المياه الجوفية كمصدر رئيسي لمدها بالمياه، ويتم تزويد التجمعات السكانية بالمدن الجبلية عن طريق منظومات مياه معقدة، لو تعطل جزء منها تتوقف كامل المنظومة وتصبح غير قادرة على الإمداد المائي. هذه المنظومات تتكون من الآبار، ثم خزانات التجميع، ومحطات الضخ إلى محطات الضخ المساعدة، وإلى الخزانات العلوية عبر شبكة من المواسير الرئيسية، ثم شبكة التوزيع إلى المواطنين وأماكن الاستهلاك في منطقة تتميز بتضاريس وعرة صعبة التنفيذ والصيانة.

- مشاكل عدم توفر الإمداد المائي عن طريق البلديات بالكميات اللازمة لتغطية احتياجات السكان والانقطاع المستمر للإمداد المائي وتوقفه لفترات طويلة تتجاوز الأسبوع بل في بعض الأحيان تتجاوز الشهر، مما أضطر السكان في التجمعات السكنية في أغلب مناطق جبل نفوسة الاعتماد على أنفسهم للتزود بالمياه وذلك عن طريق شراء المياه المحملة على الشاحنات بمعدل من 1 إلى 3 نقلات شهرياً، وبأسعار تجاوزت 5 دينارات وقد تصل إلى 10 دينارات للمتر المكعب، بالإضافة إلى ما يحتاجونه من المياه لسقي الماشية بمناطق ظهر الجبل والحمادة الحمراء والتى يتراوح تكلفة الشاحنة الناقلة للمياه إلى تلك الأماكن ما بين 10 إلى 15 دينار للمتر المكعب، إضافة للعناء والتعب الذي يتكبدة المواطنين لإيصال المياه إلى تلك المناطق ويرجع ذلك للأسباب التالية:

- العطل المستمر للمضخات وتوقفها عن العمل (مضخات الآبار ومحطات الضخ ومحطات الضخ المساعدة والخزانات السفلية والعلوية). حيث أن أغلب الآبار التي تزود هذه المناطق بالمياه يتم حفرها بمناطق

السهل، وهذا يحتاج إلى شبكات معقدة لضخ المياه إلى المنازل أعلى الجبل.

- الأعطال التى تحدث باستمرار في شبكة المواسير الرئيسية وشبكة التوزيع إلى أماكن الاستهلاك وصعوبة الصيانة لطبيعة المنطقة الصخرية، ووعورة تضاريسها ومناخها الجبلي.
- عدم استكمال البنية التحتية اللازمة لمشاريع المياه من خزانات ومحطات ضخ وشبكات توزيع المياه بالرغم من وجود آبار للمياه جاهزة للاستغلال في بعض المناطق.
- البناء العشوائي في تجمعات سكنية مبعثرة ومتباعدة ساهم إلى حد كبير في صعوبة الإمداد المائي بالإضافة إلى أن هذه المناطق تعاني من مشاكل مياه الصرف الصحي حيث أن أغلب محطات معالجة مياه الصرف الصحي متوقفة عن العمل، ويتم صرف مياه المجاري في الأودية وعلى سطح الأرض، وهذا سيكون له تأثير سلبي على موارد المياه والبيئة والصحة في المنطقة.

إذاً حجم المشكلة كبير والوضع الذي يعانيه المواطن الليبي في مناطق الجبل الناتج عن النقص الحاد في الإمداد المائـي سيتفاقم مستقبلاً لدرجة قد يهدد الحياة في هذا المكان ما لم تتخذ الإجراءات اللازمة لتوفير المياه لهم وللأجيال القادمة لتأمين استمرار الحياة على هذه الرقعة من الوطن.

ب- الحلول المقترحة لمشاكل الإمداد المائي في جبل نفوسة

- ضرورة استكمال البنية التحتية اللازمة لمشاريع المياه من خزانات ومحطات ضخ وشبكات توزيع المياه للآبار القائمة، ويجب الإسراع في ربط هذه الآبار بشبكة الإمداد المائي.

- توفير المضخات اللازمة لتشغيل آبار المياه ومحطات الضخ ومحطات الضخ المساعدة مع توفير مضخات احتياطية، وتوفير قطع الغيار اللازمة لصيانة هذه المضخات، بالإضافة إلى توفير مولدات كهرباء إحتياطية لضمان التغذية الكهربائية المستمرة.
- الإسراع في حفر الآبار التي تم إعداد مواصفات فنية لها وحولت للشركة العامة للمياه والصرف الصحي للتنفيذ كحل سريع ومؤقت لمشاكل العجز في الإمداد المائي للإستخدامات الحضرية.
- انشاء حقول لآبار المياه بالمناطق الواقعة جنوب المدن والتجمعات السكانية على طول امتداد الجبل، أي الاتجاه إلى حفر آبار المياه في مناطق ظهر الجبل لأنها تعطي إنتاجية أكبر ونوعية مياه أجود من مناطق السهل، على أن يتم اختيار أنسب المواقع لهذه الحقول (من حيث الإنتاجية والنوعية) بناءً على دراسات تفصيلية لغرض تعويض النقص أو كبديل لنقل المياه من منظومة غدامس للنهر الصناعي، خاصة وان هذه الآبار ستستغل نفس الخزان الجوفي المستغل من آبار منظومة النهر، وستكون أقرب مسافة من آبار هذه المنظومة، وأقل تكلفة من حيث التشغيل والصيانة.
- ضرورة استكمال خطوط وشبكات نقل مياه النهر الصناعي حتى يمكن نقل الكمية المخطط نقلها للمناطق الجبلية، حيث تهدف منظومة جبل الحساونة – سهل الجفارة نقل المياه إلى المناطق الممتدة من ترهونة إلى الرجبان، وذلك عبر حوالي 17 فتحة تغذية لإمداد المدن والتجمعات السكانية على طول المسار، كما تهدف منظومة غدامس– زوارة – الزاوية نقل المياه إلى التجمعات السكانية الواقعة عند قدم وسفح جبل نفوسة

الممتدة بين الحرابة غرباً ونالوت شرقاً، وذلك من خلال 25 فتحة تغذية تقع على طول مسار المنظومة.

- الإهتمام بحصاد مياه الأمطار والجريان السطحي وذلك بانشاء السدود التعويقية لغرض تهدئة المياه وتكوين مسطحات زراعية والحد من الإنجراف وانشاء الفساكي والصهاريج والخزانات الأرضية لتجميع مياه الأمطار والجريان السطحي وإعداد دراسات تفصيلية بإستخدام تقنية الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمنطقة ظهر الجبل من نالوت غرباً إلى ترهونة شرقاً بهدف تحديد أنسب المواقع لتنفيذ السدود التعويقية وانشاء الفساكي والصهاريج والخزانات الأرضية لتجميع مياه الأمطار والجريان السطحي وذلك للاستفادة من هذه المياه في سقي الحيوانات وتنمية المناطق الرعوية.
- حفر شبكة من الآبار السطحية لاستغلال الخزانات الجوفية السطحية لتنمية المنطقة الرعوية وتجهيز هذه الآبار بأقل تكلفة ممكنة واستخراج المياه بإستخدام تقنية المراوح الهوائية والطاقة الشمسية.
- حصر جميع العيون وتجميع بياناتها، وتصنيف هذه العيون على أساس الإنتاجية ونوعية المياه وتحديد كيفية الاستفادة منها وتحديد مواقعها على خرائط بإستخدام صور الأقمار الاصطناعية ونظم المعلومات الجغرافية.
- حفر آبار اختبارية بهدف تحديد الخواص الهيدروليكية والهيدروكيميائية للخزانات الجوفية بمناطق ظهر وقدم الجبل بهدف البحث والتنقيب عن مصادر مائية جديدة واستكمال الدراسات الهيدروجيولوجية التفصيلية لتحديد الإمكانيات المائية لهذه الخزانات الجوفية وإعداد المخططات الرئيسية لاستغلالها بإستخدام تقنية النماذج الرياضية.

- الإهتمام بانشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي، وصيانة المحطات المتوقفة، حيث تعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة موارد مائية غير تقليدية وهي مهمة جداً، ويمكن الاستفادة منها في ري بعض المحاصيل الزراعية خاصة الأعلاف والمسطحات الخضراء والحدائق والغابات، كما يمكن أن تساهم معالجة هذه المياه في حماية البيئة والحد من التأثيرات السلبية للمياه الملوثة على الصحة العامة والموارد الطبيعية.

6-5-3- مناطق سهل بنغازي والجبل الأخضر

تعتمد المنطقة الشرقية في تزويدها بالمياه اللازمة للاستعمالات المنزلية إعتماد أساسياً على المياه الجوفية، حيث يتم ذلك عن طريق حقول آبار المياه موزعة على التجمعات السكانية، بالإضافة إلى محطات التحلية التي تغذي بعض المناطق التي لا تتوفر فيها مياه جوفية صالحة للإستخدامات المنزلية. يتم أيضاً تزويد بعض المناطق بالمياه اللازمة عن طريق مشروع النهر الصناعي.

بناءً على تقرير الشركة العامة للمياه والصرف الصحي لعام 2015م، تعاني المنطقة الممتدة من اجدابيا إلى طبرق عجز في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية تراوح ما بين 7% إلى 45%.

أ- مشاكل الإمداد المائي التي تعاني منها المناطق الشرقية

- تداخل مياه البحر، وصرف مياه المجاري بدون معالجة، وإنتشار مكبات القمامة في مناطق تتميز بالظاهرة الكارستية سبب ذلك في تدهور نوعية المياه وأصبحت غير صالحة للاستخدامات المختلفة في أغلب المناطق الشرقية.

- تعاني أغلب محطات التحلية من أعطال كثيرة أدى إلى تدني كفائتها الإنتاجية، نظراً لعدم توفر قطع الغيار ومستلزمات التشغيل وعدم إجراء الصيانة بشكل دوري.

- تعاني مناطق سهل بنغازي من مشاكل تدهور نوعية المياه نتيجة تداخل مياه البحر، حيث أصبحت المياه غير صالحة لجميع الإستخدامات، كما أن إنتاجية الآبار بالحقول التي تغذي مناطق سهل بنغازي لا تغطي الاحتياجات الفعلية، حيث يتم تغطية العجز في الإمداد المائي عن طريق مشروع النهر الصناعي.

- يغذي مناطق المرج – الأبيار عدد من حقول آبار المياه موزعة على هذه المناطق، مياه معظم الآبار في منطقة المرج أصبحت غير صالحة للشرب بسبب مشاكل التلوث، وهي متوقفة حالياً، حيث يتم تزويد المنطقة بالمياه اللازمة من محطة التحلية أبوترابة والتي تعاني من مشاكل سببت عجزاً في الإمداد المائي لمنطقة المرج.

- يتم تغذية مناطق البياضة– البيضاء– القبة وضواحيها عن طريق مجموعة من الآبار العميقة المنتشرة بشكل عشوائي، وهي لا تغطي احتياجات هذه المناطق، حيث تعرضت بعض الآبار إلى التلوث الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي في مجاري الأودية بدون معالجة، بالإضافة إلى إنتشار مكبات القمامة في منطقة تتميز بالظاهرة الكارستية، كما تعاني العيون المنتشرة في المنطقة من التلوث ونقص في الإنتاجية. ويتم تغطية احتياجات هذه المنطقة من المياه عن طريق محطة سوسة لتحلية المياه.

- تردي نوعية مياه حقول آبار باب شيحا ومنطقة الساحل الشرقي نتيجة لتداخل مياه البحر، مما جعل مياه هذه الآبار غير صالحة للشرب.

- يعتبر توفير المياه الصالحة للشرب لمدينة طبرق من أهم المصاعب، وذلك لمحدودية مصادر المياه الجوفية بالإضافة إلى ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة (ملوحة المياه الجوفية تتجاوز 3000 مليجرام/لتر وقد تصل إلى 8500 مليجرام/لتر)، وتدني إنتاجية الأبار باستثناء بعض المواقع المحدودة التي توجد بها مياه شبه مالحة أستخدمت منذ زمن بعيد كمياه خلط للمياه العذبة المنقولة من وأدي درنة أو ناتج مياه محطة التحليه، إلا أن محدودية المياه العذبة المنقولة من وادي درنة وتهالك الخط الناقل أدى إلى قطع هذا المصدر. وتعتبر محطة التحليه الحديثة مصدر المياه الأساسي في المنطقة.
- أما بقية القرى المنتشرة على إمتداد الشريط الساحلي للمنطقة فتعاني وضعاً مائياً سيئاً، وذلك لعدم توفر المياه الصالحة للإستخدام البشري. كما لا توجد إمكانيات مائية جوفية لتغطية احتياجات مناطق اجدابيا – سلوق من المياه.

ب– الحلول المقترحة لمشاكل الإمداد المائي في المناطق الشرقية

- نقل المياه من خزان التجميع والموازنة في أجدابيا، وذلك بربط خزان التجميع والموازنة في أجدابيا بمدينة طبرق مروراً بهضبة البطنان والأراضي الواقعة جنوب الجبل الأخضر (وهي إحدى مراحل منظومة النهر الصناعي)، لنقل حوالي 700 ألف متر مكعب من المياه يومياً، منها 300 ألف متر مكعب إلى جنوب الجبل الأخضر والباقي إلى منطقة البطنان. هذه الكمية تكفي لتغطية جميع احتياجات المنطقة من المياه ولجميع الأغراض المنزلية والزراعية والصناعية إذا تم تنفيذ هذه المرحلة.

- استكمال مشروع تغذية مدينة المرج وكذلك إمداد مدينة الأبيار بمياه النهر الصناعي لتغطية العجز في الإمداد المائي بهذه المناطق.
- انشاء حقل آبار مياه في منطقة زاوية العرقوب يغطي احتياجات مدينة البيضاء والمناطق القريبة منها من المياه اللازمة للإستخدام الحضري.
- إقتراح حفر بئر اختباري في منطقة طبرق بعمق 1500 متر ±20% شرق بئر النفط C1-33 بهدف اختبار طبقات الكريتاوي السفلي من حيث الإنتاجية ونوعية المياه، ومدى صلاحية هذه المياه للإستخدامات المختلفة.
- انشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي وصيانة المحطات القائمة وإعادة تشغيلها والإهتمام بشبكات الصرف الصحي تجنباً لتلوث المياه الجوفية، وتوفير كميات هائلة من المياه يمكن الاستفادة منها في الكثير من المجالات.
- تنفيذ محطات التحلية المستهدف إقامتها في كل من بنغازي، اجدابيا، طبرق، وخليج البمبة.
- الإهتمام بحصاد مياه الأمطار وذلك عن طريق:
  - انشاء سدود تعويقية لحجز مياه الأمطار بالأودية الموجودة في المنطقة، بالإضافة إلى انشاء خزانات أرضية لحفظ هذه المياه والحد من ضياعها نتيجة البخر.
  - تخزين المياه المتجمعة بالبلط في خزانات أرضية بسعات كبيرة للاستفادة منها في الأغراض المختلفة.
- دراسة مدى إمكانية الاستفادة من العيون المنتشرة في مناطق الجبل الأخضر، خاصة العيون التي تعطي إنتاجية عالية.

4-5-6- مناطق حوض مرزق

تعتبر المياه الجوفية في مناطق حوض مرزق المصدر المائي الوحيد الذي يتم استغلاله على نطاق واسع ولجميع الأغراض (الزراعة والشرب والصناعة)، وذلك لعدم وجود أي مصادر مائية أخري في المنطقة.

مناخ الحوض صحراوي جاف، لا يتجاوز معدل سقوط الأمطار 10 مم في السنة، ومعدلات البخر عالية تتراوح ما بين 3400 - 5600 مم. تتواجد المياه في الطبقات الصخرية التي يتراوح عمرها الجيولوجي من حقب الحياة القديمة إلى الحقب الأوسط، وهي مياه جوفية غير متجددة (مياه أحفورية).

لقد شهدت المنطقة منذ تسعينيات القرن الماضي تطوراً ملحوظاً في استغلال المياه من حيث كميات المياه المستغلة وأوجه إستخدامها، حيث كان استغلال المياه في ستينيات القرن الماضي في منطقة فزان محدوداً جداً، إلا أن الزيادة في عدد السكان بالإضافة إلى الإنتشار العشوائي للمزارع الخاصة لإنتاج المحاصيل الزراعية لغرض الربح المادي زاد من تنامي حفر آبار المياه وما صاحبه من زيادة في إستهلاك المياه في الزراعة بشكل كبير، حيث بلغ عدد الدوائر (مساحات زراعية على شكل دوائر) في مناطق الجنوب إلى أكثر من 900 دائرة، سبب في هدر وإستنزاف المياه الجوفية مما انعكس سلباً على الميزان المائي في بعض المناطق نتج عنه هبوط مستمر لمناسيب المياه بمعدل يتراوح ما بين 0.30 إلى 1.22 متر في السنة، وتسرب المياه المالحة إلي الطبقات الحاملة للمياه العذبة في بعض المناطق، وظهور بعض الآثار البيئية مثل تملح التربة وتغدقها وجفاف بعض حطايا النخيل بالواحات وهذا الوضع سيجعل مناطق فزان تتجه نحو التصحر بمعدل سريع.

أ- **مشاكل الإمداد المائي التي تعاني منها مناطق الجنوب**

- بعض المناطق تعاني من عدم صلاحية شبكات المياه الرئيسية والفرعية، وكذلك عدم إمكانية تشغيل بعض محطات المياه لانتهاء عمرها الإفتراضي، وعدم إجراء أي صيانة لها خلال الفترة السابقة. بالإضافة إلى عدم وجود محطات ضخ رئيسية لتجميع وتوزيع المياه في مناطق أخرى.
- انخفاض منسوب المياه الجوفية بمعدل يصل إلى 1.2 متر في السنة في بعض المناطق نتيجة للتوسع الزراعي وحفر الآبار العشوائي بدون إشراف من الجهات المعنية، وكذلك نتيجة لتسرب المياه من الآبار الإرتوازية المتدفقة ذاتياً والخارجة عن السيطرة.
- نتيجة لانقطاع التيار الكهربائي المتكرر والمستمر يحدث نقص شديد في التزويد بالمياه لأغلب المناطق.
- تدهور نوعية مياه الشرب وذلك لزيادة ملوحتها نتيجة لتسرب المياه المالحة من الأسباخ والطبقات السطحية المالحة إلى المياه الجوفية.
- مشاكل مياه الصرف الصحي غير المعالجة وتشمل:
  - تكرر ظهور طفح مياه الصرف الصحي على السطح في مدينة سبها بالإضافة إلى وجود بحيرات من مياه الصرف الصحي غير المعالجة نتيجة توقف ضخ مياه الصرف الصحي لمحطة المعالجة وذلك لتوقفها عن العمل منذ فترة طويلة.
  - نتيجة لتوقف محطة المعالجة في منطقة الديسة، يتم التخلص من مياه الصرف الصحي دون معالجة في منطقة مفتوحة بالمنطقة الواقعة على بعد حوالي 2.5 كم من مركز المدينة.

- ارتفاع تركيز الحديد والمنجنيز عن الحد المسموح به للشرب في الآبار المحفورة في بعض المناطق.
- وجود تهديد خطير للبيئة من المسطحات المائية الكبيرة (برك ومستنقعات) الناتجة عن تسرب المياه من الآبار الإرتوازية (ذاتية التدفق) الخارجة عن السيطرة في مناطق وادي الشاطيء سيسبب في تغدق وتملح التربة ونمو النباتات والأعشاب الضارة غير المرغوب فيها.
- جفاف العيون وانخفاض مستوى الماء في مناطق وادي الشاطيء سبب في موت العديد من أشجار النخيل المعتمدة على العيون والمياه القريبة من سطح الأرض.
- نظراً إلى الطبيعة الإرتوازية للمياه الجوفية في منطقة وادي الشاطئ وكذلك ارتفاع نسبة الحديد والمنجنيز والأكسجين المذاب في الماء، هذا يؤدي إلى التآكل السريع للمضخات ولأنابيب الرفع، وشبكات إمداد المياه وملحقاتها مع العلم بأن نسبة الحديد تفوق الحد الأقصى المسموح به، وكذلك ارتفاع تركيز الكلوريد بمنطقة ادري مما يجعل المياه بأغلب مناطق وادي الشاطئ غير صالحة للشرب طبقاً للمواصفة القياسية الليبية وتحتاج إلى معالجة.

ب- الحلول المقترحة لمشاكل الإمداد المائي في حوض مرزق

من خلال ما تقدم، وبالأخذ في الاعتبار كميات المياه الضخمة التي يتم استهلاكها بحوض مرزق والتي أدت إلى إرتفاع معدل الهبوط العام في مناسيب المياه الجوفية والذي يصل في بعض المناطق إلى أكثر من متر في السنة، بالإضافة إلى ظاهرة تسرب المياه الجوفية المالحة إلى المياه العذبة، هذه الظروف والمعطيات تجعلنا نفكر في أهمية المحافظة على الموارد المائية

بحوض مرزق وتقنين استغلالها بما يكفل تحقيق تنمية مستدامة للجيل الحاضر وضمان مستقبل الأجيال القادمة، ولتحقيق ذلك نقترح الأتي:

- صيانة وتحديث شبكات المياه ومحطات الضخ الرئيسية والفرعية، وانشاء محطات معالجة لفصل الحديد والمنجنيز في مياه الآبار المحفورة في بعض المناطق.
- إيجاد حلول لإنقطاع التيار الكهربائي المستمر حتى يمكن التغلب على أحد أهم أسباب مشكلة الإمداد المائي في جميع مناطق الحوض.
- ضرورة توفير مضخات وأنابيب الرفع المستخدمة في إستخراج المياه من الحديد غير قابل للصدأ بدلاً من المضخات الحالية وأنابيب الرفع الملحقة بها والتي في أغلبها مصنعة من الحديد الأسود، وهي معرضة للتآكل والسقوط.
- دراسة مدى إمكانية الاستفادة من آبار المشاريع الزراعية غير المستغلة (آبار محفورة منذ سنوات ولم تستغل) بعد أن يتم الكشف عليها لتحديد مدى صلاحيتها لتزويد المناطق المجاورة لهذه المشاريع بالمياه اللازمة للاستعمالات المنزلية، وهذه المشاريع هي:
  - مشروع مجدول 14 بئر كل منها بعمق 500 متر.
  - مشروع أم زوير 4 آبار كل منها بعمق 500 متر.
  - مشروع تربو 6 آبار كل منها بعمق 500 متر.
  - بالإضافة إلى مشروع تمسة 8 آبار، ومشروع الويغ 30 بئر، وتجرهي 3 آبار.
  - آبار وديان غدوة (جنوب مدينة سبها).
  - مشروع الديسة الحطية، مشروع الحمراء، ومشروع جرمة استغل منها عدد بسيط جداً والباقي (أكثر من 100 بئر) لم يتم استغلالها.

- انشاء مختبر مركزي في المنطقة الجنوبية لتحليل المياه دورياً (كيميائياً وجرثومياً) لمعرفة نوعيتها ومدى صلاحيتها للشرب وللأغراض المختلفة.
- تنفيذ برنامج الحفر الاختباري في بعض المناطق للتعرف بدقة على الخزانات الجوفية وتحديد إمتدادها وأعماقها وخواصها الهيدروليكية وإمكانياتها المائية من حيث الكمية والنوعية بهدف تحديث الدراسات الهيدروجيولوجية للوضع المائي الجوفي بحوض مرزق واستكمال النموذج الرياضي لحوض مرزق الذي قامت بتفيذه الهيئة العامة للمياه سابقاً بالتعاون مع شركة شلمبرجير.
- انشاء محطات هيدرومناخية ببعض المناطق للحصول على بيانات الأمطار الفجائية والتي ينتج عنها فيضانات في بعض الأحيان.
- الحد من حفر الآبار العشوائي الخاصة لأغراض الزراعة (حفر الآبار بدون ترخيص وبدون مواصفات فنية)، وقد يتطلب الأمر إيقاف الحفر تماماً وقفل الآبار ذات الملوحة العالية وإيقاف أي توسع زراعي في منطقة سبها.
- إستخدام أساليب الري الملائمة لبيئة المنطقة والاتجاه إلى زراعة المحاصيل التي تستهلك أقل كميات من المياه وذات مردود اقتصادي جيد، وتشجيع إستخدام نظم ري الأكثر كفاءة.
- الإهتمام بانشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي وصيانة المحطات القائمة واختيار التقنيات المتطورة والمناسبة في هذا المجال للاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة في ري بعض المحاصيل الزراعية، وحماية الموارد المائية من التلوث والمحافظة على البيئة.

- إيجاد نظام للتنسيق بين المؤسسة الوطنية للنفط ومؤسسات الدولة المعنية بإدارة الموارد المائية وحماية البيئة بخصوص:
  - التقليل من مخاطر المياه المصاحبة لإنتاج النفط من خلال استراتيجية وطنية للتنمية المستدامة.
  - إجراء عمليات تقييم ومتابعة دورية لأداء الشركات النفطية وفعالية برامجها في مجال حماية البيئة والموارد المائية من قبل الجهات المعنية في الدولة الليبية.
  - إلزام الشركات النفطية أو الجهات المصرح لها باستكشاف أو إستخراج أو استغلال حقول النفط والغاز بضرورة الحصول على التراخيص اللازمة لحفر آبار المياه للانتفاع بها من الجهة المختصة، وحظر تصريف أية مادة ملوثة ناتجة عن عمليات الحفر أو الاستكشاف أو اختبار الآبار أو الإنتاج في المنطقة المجاورة للانشطة المذكورة ما لم يتم إستخدام الوسائل الآمنة التى لا يترتب عليها الإضرار بالبيئة وبعد معالجتها طبقاً لأحدث النظم الفنية المتاحة وبما لا يتعارض مع الشروط الواردة بالقوانين واللوائح المعمول بها.
- استكمال تنفيذ الآبار التي لم يتم الإنتهاء من تنفيذها، والمتعاقد عليها ولم يتم تنفيذها، والتي تم الموفقة عليها ولم يتم التعاقد عليها.
- توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد من خلال الإهتمام بالمراكز الوطنية المعنية بذلك، والاستفادة من هذه التقنيات خاصة في المناطق الشاسعة والبعيدة لتحديد المناطق المروية ومراقبتها عن بعد وتقييمها من ناحية استهلاك المياه وتأثيرها البيئي.

6-5-5- مدينة غدامس والمناطق المجاورة لها

لؤلؤة الصحراء غدامس تقع في الجزء الغربي من البلاد على الحدود الليبية التونسية الجزائرية، وقد كانت قديماً واحدة من أشهر المدن الأفريقية الشمالية التي لعبت دوراً تجارياً مهماً بين شمال وجنوب الصحراء الكبرى.

تمتاز مدينة غدامس والمناطق المجاورة لها بمناخ صحراوي. معدل الهطول المطري حوالي 34 مم/السنة، المعدل اليومي لدرجة الحرارة يتراوح ما بين 14 إلى 30 درجة مئوية. أقصى درجة حرارة سجلت في المنطقة تجاوزت 50 درجة مئوية، وأدنى درجة حرارة كانت (– 8) درجة مئوية، أما الرطوبة النسبية فكانت 35%.

المنطقة صحراوية تفتقر إلى الموارد المائية السطحية وتعتمد على المياه الجوفية في تغطية الاحتياجات المائية لجميع الأغراض.

أن مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب في مدينة غدامس تتفاقم شيئاً فشيئاً، حيث يبقى سكان المدينة في بعض المناطق بدون مياه لمدة قد تزيد عن الشهر ما يزيد المعاناة خاصة مع دخول فصل الصيف وارتفاع درجات الحرارة والطلب المتزايد للمياه الصالحة للشرب. مما جعل المواطن يضطر إلى توفير المياه اللازمة للإستخدامات المنزلية عن طريق شراء الصهاريج المتنقلة وهذا ما يثقل كاهله مادياً.

بالرغم من توفر إمكانيات مائية جوفية في المنطقة، تعاني مدينة غدامس والمناطق المجاورة لها من مشاكل العجز في الإمداد المائي لعدة أسباب سنوردها فيما بعد. هذا وتجدر الاشارة إلى أنه سيتم نقل حوالي 90 مليون متر مكعب من مياه الخزان الجوفي ككلة سنوياً عن طريق منظومة النهر الصناعي المعروفة بمنظومة غدامس– زوارة – الزاوية، والتي تتكون من حقل آبار يقع في المنطقة ما بين غدامس ودرج، ويتكون من 106 بئراً إنتاجية.

سيتم نقل مياه الحقل إلى مناطق التجمعات السكانية الواقعة بالجزء الغربي من سهل الجفارة الممتدة من الزاوية شرقاً إلى أبي كماش غرباً، والتجمعات السكانية الواقعة عند قدم وسفح جبل نفوسة الممتدة من الحرابة شرقاً إلى نالوت غرباً، وذلك من خلال 25 فتحة تغذية تقع على طول مسار المنظومة منها 12 فتحة تغذية للمناطق الواقعة بسفح وقدم جبل نفوسة.

لقد تم تشغيل المنظومة بشكل جزئي مع نهاية عام 2009م، وذلك من خلال تشغيل عدد 5 آبار إنتاجية لتغذية مدينة نالوت والمناطق المجاورة لها بمياه الشرب، حالياً تعمل المنظومة من خلال تشغيل عدد 3 آبار فقط، علماً بأنه لا توجد بيانات عن استكمال حفر جميع آبار حقل هذه المنظومة والبالغ عددهم 106 بئراً.

قدرت كمية المياه المخصصة للتجمعات السكانية بقدم وسفح الجبل بحوالي 47386 متر مكعب/اليوم أي ما يعادل 17.3 مليون متر مكعب/السنة، سيتم تخصيص 2040 متر مكعب/اليوم لتزويد مدينة غدامس.

كما تم البدء في تنفيذ مشروع النخيل في المنطقة الواقعة على بعد 5 كيلومتر شرق مدينة غدامس. قدرت المساحة الكلية للمشروع بحوالي 6000 هكتار تحتاج إلى 15 مليون متر مكعب من المياه سنوياً، سيتم سحبها من الخزان الجوفي العلوي.

أ- مشاكل الإمداد المائي التي تعاني منها مدينة غدامس والمناطق المجاورة لها

هناك عدة مشاكل أدت إلى حدوث العجز في الإمداد المائي في مناطق غدامس نذكر منها:

- تقرير الشركة العامة للمياه والصرف الصحي في عام 2015م قدر إحتياجات مدينة غدامس والمناطق المجاورة لها من المياه بحوالي 6700 متر مكعب في اليوم، وما هو متاح قُدر بحوالي 5750 متر مكعب في

اليوم من المياه يتم الحصول عليها من الآبار المحفورة في هذه المناطق، أي أن عدد الآبار لا يغطي حجم الاحتياجات من المياه في سنة 2015م.

- الاحتياجات المائية للإستخدامات الحضرية في عام 2020م لمدينة غدامس والمناطق المجاورة لها قُدرت بحوالي 7193 متر مكعب في اليوم، وستصل إلى أكثر من 8000 متر مكعب في اليوم خلال عام 2030م، وهذا يتطلب إتخاد الإجراءات اللازمة لتوفير هذه الكميات من المياه.

- تعاني بعض الأبار المحفورة قديماً (آبار تجاوز أعمارها 40 سنة) من بعض المشاكل أهمها وجود ردم أو إنسداد، كسور أو انفصال، انبعاجات وتآكل في أنابيب التغليف في أعماق مختلفة، بالإضافة إلى إنتهاء العمر الإفتراضي لهذه الآبار.

- التآكل في الأنابيب المستخدمة لتغليف الآبار، وكذلك الحلقة الأسمنتية الموجودة خلف أنابيب التغليف أدى إلى مشاكل استمرار تدفق المياه (بدون توقف) في الآبار الإرتوازية، خاصة في الآبار المستغلة للخزان الجوفي ككلة، كما أدى إلى تسرب المياه المالحة من الخزان الجوفي العلوي إلى الخزان الجوفي السفلي نتج عنه تدهور نوعية المياه في الآبار التي تعاني من مشاكل التآكل، وأصبحت غير صالحة للاستعمال.

- تسرب المياه المالحة من أعلى خاصة من طبقات الجبس أدى إلى عدم تدفق المياه ذاتياً إلا بعد ضخ مياه بالبئر (إحداث خلخلة)، حيث تخرج المياه في البداية بملوحة تتجاوز 10000 ملليجرام/لتر.

- تهالك شبكة الإمداد المائي بسبب إنتهاء عمرها الإفتراضي، مع عدم إجراء أية صيانة منذ أكثر من 40 سنة، حتى أصبحت المواسير غير صالحة نهائيا للعمل نتج عنه تسرب للمياه، وحدوث انهيارات بالبنية التحتية للمدينة.
- الإفتقار إلى الإمكانيات والموارد اللازمة للتشغيل والصيانة مثل المضخات والمواسير، وكذلك عدم توفر قطع الغيار لتشغيل المركبات وآليات النقل.
- تعاني المدينة من مشكلة طفح مياه الصرف الصحي بسبب تهالك شبكة الصرف الصحي، والذي قد يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية السطحية.
- الاستغلال العشوائي للخزان الجوفي العلوي، من خلال استحداث مشاريع زراعية غير مدروسة أدى إلى حدوث هبوط ملحوظ في مناسيب مياه هذا الخزان.

ب- الحلول المقترحة لمشاكل الإمداد المائي في مدينة غدامس والمناطق المجاورة لها

- أكد المختصون بوزارة الموارد المائية بعدم الجدوى الفنية من صيانة الآبار القديمة في مدينة غدامس، وذلك لارتفاع تكلفة الصيانة، وعدم ضمان نجاح عمليات هذه الصيانة، بالإضافة إلى أن العمر الإفتراضي لحفر بئر جديدة أطول من صيانة بئر قديمة ناهيك عن الميزات والمواصفات التي تتمتع بها انشاء بئر جديدة.
- يجب تنفيذ برنامج قتل الآبار التي حدث بها تسرب والذي نتج عنه اختلاط مياه الخزانات الجوفية، وذلك لتفادي انتشار تملح مياه الخزان الجوفي الرئيسي على نطاق واسع.

- حفر آبار بديلة للآبار التي سيتم قتلها من خلال مواصفات فنية يتم إعدادها من قبل وزارة الموارد المائية، ويجب البدء في حفر الآبار التي تم إصدار مواصفات فنية لها، وهما عدد بئرين بديلتين في مدينة غدامس، كما يجب الإسراع في استكمال الآبار المتعاقد عليها بكل من مناطق درج (تقلفلت)، الأصالة وشعواء.

- التواصل مع جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، ومحاولة الاستفادة من الآبار المحفورة في منظومة غدامس– زوارة – الزاوية (منظومة النهر الصناعي)، لتزويد مدينة غدامس بالكمية المخصصة والمقدرة بحوالي 2040 متر مكعب/اليوم.

- دراسة مدى إمكانية الاستفادة من الآبار الاختبارية المحفورة فيما سبق لغرض الاختبار بموقع حقل آبار النهر الصناعي بغدامس لتزويد مدينة غدامس بالمياه اللازمة للشرب، والتنسيق مع إدارة مشروع النهر الصناعي في مد خط المياه إن أمكن ذلك.

- دراسة مدى إمكانية الاستفادة من الآبار السطحية والتي تصل أعماقها إلى 450 م لتزويد مدينة غدامس بالمياه بعد معالجتها من خلال انشاء محطات معالجة على تلك الآبار.

- الاستفادة من مياه عين الفرس بعد أن تم إعادتها إلى سابق عهدها في عام 2006م، من خلال مشروع قام به البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة.

- العمل على صيانة شبكات الإمداد المائي المتهالكة، وتوفير الإمكانيات اللازمة لذلك.

- صيانة محطات معالجة مياه الصرف الصحي، وانشاء محطات جديدة وتوفير قطع الغيار اللازمة لها.

الفصل السابع – تلوث المياه الجوفية

7-1- مقدمة

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه، وتساهم بأكثر من 98% من إجمالي الاستهلاك، وتعتبر في أغلب مناطق ليبيا المصدر الوحيد المتاح للاستغلال للأغراض المختلفة، وإن تلوث هذا المصدر سيؤدي إلى تغير نوعية المياه من الناحية الفيزيائية والكيميائية والجرثومية وتصبح هذه المياه غير صالحة للإستخدامات المختلفة، وسيكون لها تأثير سلبي على الصحة والبيئة والاقتصاد، مما سيسبب في إعاقة استثمار الموارد المائية وسيؤثر على خطط وبرامج التنمية المختلفة.

يعتبر التلوث من أخطر مشاكل المياه في وقتنا الحاضر، خاصة في دولة تعاني من نذرة وشح في مواردها المائية. وتكمن خطورة هذه المشكلة في أنه لا يمكن ملاحظتها إلا بعد وصول الملوثات إلى المياه، ويصبح من الصعب علاجها، كما أن تكلفة إزالة الملوثات ومعالجة مشاكلها باهظة جداً، وتحتاج إلى وقت طويل وإلى تقنيات عالية جداً، لذلك يعتبر العلاج الأفضل والأقل كلفة هو منع التلوث قبل حدوثه.

أن رمي مخلفات الورش ومحطات الوقود وغسيل وتشحيم السيارات والسلخانات ومخلفات المصانع والمستشفيات بدون معالجة مكونة بركاً ومستنقعات أو صرفها بالآبار السوداء أو مباشرة في شبكات الصرف الصحي، وإنتشار مكبات القمامة في أغلب المدن الليبية دون دراسة مسبقة لمواقعها، سيؤدي إلى وصول الملوثات إلى المياه وسيكون سبباً في حدوث مشاكل بيئية وصحية واقتصادية.

7-2- مصادر التلوث

تشير التقارير والدراسات والأبحاث إلى وجود عدة مصادر للتلوث أغلبها تتعلق بالمخلفات الناتجة عن أنشطة الإنسان الحضرية والزراعية والصناعية، وتشمل المخلفات الصلبة (القمامة)، والمخلفات السائلة غير المعالجة مثل مياه الصرف الصحي، مخلفات المصانع، العيادات والمستشفيات، محطات الوقود والورش، وكذلك التسرب من أنابيب نقل منتجات النفط، والمياه المصاحبة لإنتاج النفط بالقرب من الحقول النفطية، بالإضافة إلى الإستخدام المفرط للأسمدة والمبيدات الحشرية.

إن الممارسات الخاطئة والمتبعة في تصريف هذه المخلفات تمثل مشكلة خطيرة قد تتفاقم مستقبلاً وتؤدي إلى حدوث أضرار خطيرة بالبيئة. وسيكون لها تأثير خطير على صحة الإنسان. ولا تقتصر هذه الأضرار على الإنسان، وإنما تمتد لتشمل الحياة في البر والبحر وسيكون لها تأثير على الثروة السمكية للبلاد. وكذلك الموارد المائية، خاصة في دولة مثل ليبيا التي تعاني من شح وندرة في موارد المياه المتجددة، وتعتمد على المياه الجوفية لتغطية الاحتياجات المائية لجميع الأغراض.

هناك عدد من التقارير والدراسات تشير إلى وجود تلوث محلي في أجزاء مختلفة من البلاد، يمكن من خلالها تلخيص أهم مصادر تلوث المياه الجوفية في ليبيا والمتمثلة في المصادر التالية:

7-2-1- مصادر ناتجة عن النشاط الحضري

أ- الصرف الأرضي للنفايات الصلبة

المواد الصلبة الناتجة عن النشاط البشري وتشمل القمامة (شكل7-1). هذه المواد الصلبة التي يتم تجميعها أو دفنها بالأرض تتحلل عند وصول مياه الأمطار المتسربة إلى باطن الأرض إليها لتكوّن سائل يحتوى على ملوثات

غير عضوية، ويصبح تركيز الأملاح الذائبة بها عالي، بالإضافة إلى احتوائها على ملوثات عضوية، كما قد تحتوى على مواد سامة مصدرها النفايات الصناعية. هذا السائل بمحتوياته المختلفة يتحرك إلى أسفل إلى أن يصل إلى المياه الجوفية ويسبب تلوثها.



شكل (7-1) مكبات القمامة

في المنطقة الشرقية خاصة بالجبل الأخضر يعتبر طرح القمامة في الأودية والحفر الطبيعية (بعضها عبارة عن حفر كارستية) مصدراً لتلوث مياه بعض الآبار والعيون، حيث يكون اتصال القمامة شبه مفتوح مع المياه الجوفية. هذه الحفر والأودية تعد مناطق لتجميع المياه بعد هطول الأمطار مما يساعد في غسل وتحلل مكونات القمامة ونقلها في النهاية إلى المياه الجوفية. لقد تم ملاحظة إنه في بعض المكبات يتم حرق المخلفات بكل أشكالها ومحتوياتها ثم يتم عجنها بواسطة آلة ثقيلة وبعد ذلك يتم دفعها في الحفر.

أغلب مكبات القمامة القائمة حالياً موجودة في أماكن مكتضة بالسكان، وتحيط بها المباني والمزارع الخاصة التي يوجد بها آبار للمياه لأغراض الشرب والزراعة (شكل 7–2). الخزانات الجوفية السطحية في بعض مواقع المكبات تتلقى تغذية مباشرة من مياه الأمطار والجريان السطحي (اتصال مباشر للخزانات الجوفية بالسطح)، على سبيل المثال منطقة سيدي السايح، وكذلك مناطق الجبل الأخضر المتميزة بالظاهرة الكارستية. أغلب هذه المكبات لا يتم تبطينها قبل استعمالها لجمع القمامة، كما لا توجد دراسات لمتابعة مدى تأثير مكبات القمامة الموجودة حالياً على موارد المياه الجوفية.

كما يتم رمي المخلفات الطبية، ونواتج غرف العمليات، والأدوية منتهية الصلاحية في مكبات القمامة، وهي مخلفات خطرة وتشكل تهديداً حقيقياً للصحة والبيئة، وهي تحتوي على عوامل العدوى والمرض كالإبر والحقن وقنينات تحليل الدم والقطن والضمادات وبقايا العينات الملوثة بسوائل ودماء المرضى، والمخلفات الصيدلانية والكيمائية للمختبرات، وكذلك بعض المخلفات المشعة ومخلفات العمليات الجراحية من أعضاء بشرية وغيرها.

شكل (7–3) حفرة لتجميع مياه صرف صحي غير معالجة تقع جنوب طريق الشط بمدينة تاجوراء استغلت للتخلص من أدوية منتهية الصلاحية، وتصرف هذه المياه إلى البحر عبر أنبوب يمر من تحت الطريق المعبد.

ب– مياه الصرف الصحي

تعتبر مياه الصرف الصحي (مياه المجاري) واحدة من أخطر المشاكل على الصحة العامة في أغلب الدول النامية، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكات صرف صحي متكاملة، ولا يتم معالجة هذه المياه إلا بنسب قليلة جداً.



شكل (7-2) مواقع مكبات القمامة في مناطق شمال سهل الجفارة



شكل (7-3) التخلص من أدوية منتهية الصلاحية

(**المصدر**: مركز بحوث الأحياء البحرية)

تتكون هذه المياه من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ، وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدن، كما يجري حالياً صرف مخلفات عيادات الأسنان، وكذلك مخلفات المستشفيات السائلة، والفضلات التي تنتج عن مراكز غسيل الكلى بدون معالجة في شبكات الصرف العامة. وتحتوي هذه المياه على مركبات وأحماض عضوية وغير عضوية، الخمائر والبكتريا، بقايا الدهون والزيوت والشحوم، أملاح، أصباغ، معادن ثقيلة أكثرها انتشاراً الرصاص والزئبق، بالإضافة إلى بعض المواد الأخرى مثل الوقود المتسرب من محطات الوقود ومحلات خدمة المركبات.

قدر الإمداد المائي في ليبيا لسنة 2020م بحوالي 768 مليون متر مكعب في السنة، وإجمالي كمية مياه الصرف الصحي المطلوب معالجتها حوالي 537 مليون متر مكعب في السنة. ولكن ما يتم معالجته من مياه الصرف الصحي لا يتجاوز نسبته 3٪ فقط من إجمالي كمية المياه المطلوب

معالجتها، وذلك لأن عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي القائمة محدود جداً، ومعظمها متهالكة أو تعاني من مشاكل فنية، والصالح منها يعمل بكفاءة متدنية، مما ترتب عليه ضخ كميات هائلة من هذه المياه بدون معالجة:

- **في البحر** مما تسبب في تلوث مياه البحر لتصبح هذه المياه غير صالحة للسباحة، كما سيكون لها تأثير على الثروة السمكية.

يوجد في المنطقة الواقعة ما بين سوق الجمعة وطرابلس المركز وحي الأندلس حوالي 27 مخرج لمياه الصرف الصحي تصب مياها بدون معالجة في البحر (شكل 7-4 أ)، كما يوجد في مدينة طبرق خمس مصارف للمجاري باتجاه البحر صممت للعمل في حالات الطواري التي يفترض أن تكون لفترات قصيرة جداً، ولكن أصبحت هذه المصارف الاضطرارية (عام 2017م) هي الوسيلة الوحيدة للتخلص من مياه الصرف الصحي غير المعالجة بصفة دائمة (شكل7-4 ب).

الدراسات المتعلقة بهذا الموضوع بينت ارتفاع مستوى التلوث الجرثومي في مياه البحر عند الشواطىء المقابلة لأغلب مخارج تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة، حيث ستصبح بعض الأمراض مثل الكوليرا والتيفود والباراتيفود متوطنة في مياه البحر الملوثة، بالإضافة إلى الأمراض الجلدية والأمراض التي تصيب العيون.

- **على سطح الأرض مكونة مستنقعات وبحيرات** تساهم في تلوث البيئة والمياه الجوفية، وإنتشار الحشرات الضارة.

ومثال لذلك ما حدث لمياه الصرف الصحي بمنطقة مرزق في جنوب ليبيا بعد توقف محطة المعالجة، حيث يتم التخلص من مياه الصرف الصحي



(أ) تصريف مياه المجاري في البحر بدون معالجة في مدينة طرابلس2017



(ب) تصريف مياه المجاري في البحر بدون معالجة في مدينة طبرق2017

شكل (7-4) مخارج تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة في البحر

دون معالجة في منطقة مفتوحة بمنطقة الديسة الواقعة على بعد حوالي 2.5 كم من مركز المدينة من خلال خط أنابيب قطره 8 بوصة مصنوع من حديد الزهر مكوناً بحيرة صغيرة. وعندما ازدادت كمية مخلفات الصرف الصحي، تم مد خط أنابيب بلاستيكي جديد بقطر 10 بوصة ليضخ النفايات بعيداً عن البحيرة الأولى. مكوناً بحيرة جديدة بالقرب من الأولى بسبب تسرب المياه نتيجة التلف الذي حدث للأنابيب البلاستيكية (شكل 7–5).



شكل (7-5) بحيرات مياه الصرف الصحي (بدون معالجة) بمنطقة الديسة في مرزق

لدراسة مشكلة التلوث الناجم عن التخلص من مياه الصرف الصحي غير المعالجة في هذه المنطقة لأكثر من 30 عاما، تم جمع عينات التربة من خلال قطاعات تقع في مزارع خاصة تروى بمياه جوفية، وعينات المياه من آبار المزارعين بالقرب من بحيرات مياه الصرف الصحي، بالإضافة إلى جمع عينة من البحيرة الأولى. تم تحليل العناصر الكيميائية الأساسية والعناصر الثقيلة والبكتريا في مياه الآبار، وكذلك تم تحليل العناصر الثقيلة في التربة. نتائج تحليل العناصر الكيميائية الرئيسية في مياه الآبار (ملليجرام/لتر) مبينة في جدول (7-1)، ونتائج تحليل بعض المعادن الثقيلة في عينات التربة (ملليجرام/لتر) موضحة في جدول (7-2).

في مناطق الجبل الأخضر خاصة في المنطقة الواقعة بين شحات ودرنة، توجد دراسات تشير إلى وجود تلوث لبعض العيون وآبار المياه، خاصة تلك القريبة من التجمعات السكانية، حيث يتم صرف مياه المجاري دون معالجة على سطح الأرض وفي مجاري الأودية (شكل 7-6). لقد أوضحت هذه

الدراسات عن وجود الأمونيا والبكتريا القولونية والنترات بتراكيز تجاوزت الحد المسموح به في المواصفات القياسية الليبية.

التحاليل الكيميائية لعينات المياه المجمعة من العيون بالمنطقة المذكورة أعلاه بينت بأن أغلب العيون القريبة من التجمعات السكانية تحتوي مياهها على بكتريا قولونية تتراوح ما بين 15 إلى حوالي 100/1700مل، وأمونيا بتركيز يتراوح ما بين 5 – 15 ملليجرام/لتر.

جدول (7-1) نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه من آبار المزارعين

SiO_2	NO_3	SO_4	Cl	HCO_3	Mg	Ca	K	Na	TDS	pH	رقم البئر
27	228	850	493	148	26	231	92	495	2591	7.2	**D02**
24	106	126	300	138	45	214	114	760	2961	7.1	**D06**
26	91.5	370	400	148	4.5	147	34	340	1562	7.1	**D08**
26	103	112	400	140	102	198	95	770	2962	6.5	**D10**
28	255	160	149	168	41	68	39.5	138	1047	6.8	**D12**
27	248	114	882	158	14.5	382	114	870	3836	6.9	**D13**
27	85	270	178	203	43.5	89	50	280	1226	7.1	**D14**
22	59	440	690	120	45	183	83	760	2402	6.9	**D15**
23	63	880	326	116	44	89	150	1850	3541	7.1	**D19**
24	105	112	962	102	102	304	109	870	3780	7.2	**D20**
27	94	190	1984	116	343	312	148	1600	6524	6.9	**D23**
27	67	195	3217	97	462	544	188	2240	8792	6.8	**D24**
27	124.5	165	1434	177	97	478.5	148	1140	5276	7.6	**D26**
25	69	940	601	149.5	60	107	105	650	2698	7.3	**D34**
26	88	640	692	125.5	60.5	139.5	74	550	2396	7.9	**D37**
25	75	116	248	174	14	124	112	670	2602	7.2	**D38**
25	71.5	640	1514	163	31	406	86	1050	3985	7.4	**D41**
28	74.6	510	682	146.6	60	135.5	72	540	2250	7.5	**D46**
26	187	136	1157	174	12	441	130	960	4447	6.9	**D48**
25	232	101	616	143	24.5	276.5	100	670	3097	7.2	**D49**
31	85.5	630	416	155	77.5	120	92	480	2087	7.5	**D52**
22	150	144	2050	122	21.6	551	200	2200	6757	6.9	**D54**
24	75	700	751.7	119	84	39.6	92	610	2496	7.5	**D55**
24.5	75.5	920	240	174	66	120	86	420	2127	7.2	**D58**

المصدر: الهيئة العامة للمياه

جدول (7-2) تحليل العناصر الثقيلة بقطاع التربة حتى عمق 1.6 متر

عينة	B-1	B-2	B-3	B-4	B- 5	B- 6
العمق	0.0-	0.25-	0.5-	0.8-	1.2-	1.5-
Cd	0.012>	0.012>	0.012>	0.012>	0.012>	0.012>
Zn	13.57	17.57	10.98	11. 4	5.11	11.57
Pb	0.0003>	0.0003>	0.0003>	0.0003>	0.0003>	0.0003>
As	0.001>	0.001>	0.001>	0.001>	0.001>	0.001>
Cu	1.18	1.57	0.04	0.04	0.04	0.04
Ba	245.7	226.8	251.4	209	91.94	412.7

المصدر: الهيئة العامة للمياه



شكل (7–6) صرف مياه المجاري على سطح الأرض في مناطق الجبل الأخضر

نتائج التحاليل لعينات المياه المجمعة من الآبار أوضحت كذلك بأن بعض الآبار تجاوز فيها تركيز النترات 45 ملليجرام/لتر، أما مجموعة البكتريا القولونية فتتراوح ما بين 5 إلى حوالي 100/1800مل، والأمونيا بتركيز يتراوح ما بين 0.5 – 0.9 ملليجرام/لتر.

– **في مجاري المياه السطحية والأودية** مما يسبب في تلوث المياه السطحية، وكذلك المياه الجوفية في حالة تسربها لباطن الأرض (شكل 7–7).



شكل (7-7) تصريف مياه الصرف الصحي في مجاري الأودية بالمناطق الجبلية

- **الآبار السوداء بدون تبطين**

تعد الآبار السوداء (بيارات الصرف) من أهم مصادر تلوث المياه الجوفية، وهذه البيارات عبارة عن حفر تُبنى في ضواحي المدن التي لا تتوفر فيها شبكات الصرف الصحي العامة كوسيلة للتخلص من الفضلات والمياه المستعملة في المنازل وبعض العيادات الصحية والسلخانات. كما تستخدم في التخلص من مخلفات الورش ومحطات الوقود وتغيير الزيوت وغسيل وتشحيم السيارات. هذه المحطات تستخدم أنواع مختلفة من المذيبات والمنظفات وسوائل مضادة للتجمد؛ وبعض المواد الكيميائية لغرض تنظيف الأجزاء الصغيرة في المركبات. إن إستخدام هذه البيارات بدون تبطين وبدون مواصفات فنية يؤدي في كثير من الأحيان إلى تسرب ما تحمله من بكتريا ومواد عضوية وكيميائية إلى خزانات المياه الجوفية وتسبب في تلوثها.

كما لوحظ مؤخراً إنتشار ظاهرة حفر آبار بأعماق تصل إلى الطبقات الحاملة للمياه لغرض تصريف مياه المجاري في بعض المدن الليبية خاصة في الأحياء السكنية الجديدة، وكذلك لتصريف مياه الأمطار المتجمعة على حواف الطرق.

7-2-2- مصادر ناتجة عن النشاط الزراعي

إن إستخدام المزارعين المفرط وغير المراقب لكميات كبيرة من الأسمدة الكيميائية والعضوية أحد المصادر الرئيسية لتلوث المياه الجوفية في المناطق الزراعية، أغلب الأسمدة تحتوى على النيتروجين، الفوسفور والبوتاسيوم.

وتعتبر المبيدات المستخدمة في وقاية النباتات والمحاصيل من الآفات المختلفة هي كذلك من أهم المصادر الرئيسية لتلوث المياه الجوفية في المناطق الزراعية.

ومن أهم الأدلة على تلوث المياه الجوفية الناتج عن الإستخدام المفرط وغير المنظم للأسمدة العضوية والكيميائية زيادة تركيز الأمونيا والنترات في المياه الجوفية في المناطق الزراعية في بعض مناطق سهل الجفارة.

جدول (7–3) يبين تركيز الأمونيا في بعض عينات المياه التي جمعت في عام 1994م من المناطق الزراعية التي تستخدم الأسمدة النيتروجينية أو المناطق القريبة من مناطق التخلص من المياه العادمة. هذه العينات تحتوي على تراكيز عالية من الأمونيا يتجاوز الحد المسموح به الذي حددته منظمة الصحة العالمية (0.31 ملليجرام/لتر) والمواصفات القياسية الليبية (0.5 ملليجرام/لتر).

جدول (7–3) تركيز الأمونيا العالي في بعض عينات المياه الجوفية

مصدر العينة	العمق (متر)	مجموع الأملاح الذائبة(مللج/لتر)	NH_4 (مللج/لتر)	مصدر التلوث
بئر شرق محطة الأبقار	15	2000	0.95	مخلفات المجمع الصناعي
بئر جنوب المجمع الصناعي	30	1000	1.1	مخلفات المجمع الصناعي
بئر جنوب محطة الأبقار	--	1800	1.8	مواد عضوية
بئر البلدية	45	3000	2.4	مواد عضوية
بئر بالقرب من البحيرة	50	2500	2.15	بحيرة مذبغة الجلود
بئر بالقرب من البحيرة	47	5000	1.05	بحيرة مذبغة الجلود
بئر بمنطقة عين زارة	65	1100	1.95	الأسمدة
بئر بمنطقة عين زارة	45	700	2.4	الأسمدة
بئر بمنطقة عين زارة	65	700	0.95	الأسمدة
بئر بمنطقة عين زارة	90	800	3.375	الأسمدة
بئر بمنطقة الفرناج	175	366	1.0	الأسمدة
بئر بمنطقة الفرناج	110	800	0.65	الأسمدة

المصدر: فاطمة شعبان محفوظ وعادل أحمد زيتون 1996م

جدول (7–4) يتضمن عينات المياه التي تحتوي على تراكيز عالية للنترات في بعض آبار المياه المحفورة في مناطق متفرقة من سهل الجفارة (من الجميل غرباً إلى زوارة شرقاً وإلى سهل نالوت جنوباً)، والتي ترتبط بنشاط إستخدام الأراضي،

والتي تشمل إستخدام الأسمدة العضوية والكيميائية، والتخلص من النفايات الصناعية والصرف الصحي (على سبيل المثال، الآبار السوداء).

جدول (7-4) تركيز النترات العالي في بعض عينات المياه الجوفية

رقم البئر	الموقع	العمق (متر)	التاريخ	الأملاح الذائبة (ملليجرم/لتر)	النترات (ملليجرم/لتر)	ملاحظات
134/75	الزهراء	120	1975	1107	65	
74/77	الجميل	32	1977	4100	85	
75/77	الجميل	32	1977	2774	75	
77/77	طريق	110	1977	467	55	
92/76	صرمان	92	1976	--	55	استهلاك منزلي
1890/3/242	صبراته	60	1973	826	55	استهلاك منزلي
1890/4/230	الزاوية	75	1974	1058	56	استهلاك منزلي
462/86	سوق	183	1988	1720	58	--
111/93	فم ملغة		1994	1582	80	--
329/89	طرابلس	46	1989	2356	157	استهلاك منزلي
بئر مزارع	الزاوية	36	1972	520	62	بئر خاص
بئر مزارع	الصابرية	40	1972	5972	87	بئر خاص
بئر مزارع	النجيلة	45	1998	1600	92	بئر خاص
بئر مزارع	النجيلة	55	1998	1800	100	بئر خاص
بئر مزارع	النجيلة	90	1998	1380	85	بئر خاص
بئر مزارع	النجيلة	108	1998	1050	64	بئر خاص
بئر مزارع	النجيلة	120	1998	1390	134	بئر خاص
بئر مزارع	النجيلة	120	1998	1606	121	بئر خاص
بئر مزارع	النجيلة	150	1998	1348	62	بئر خاص
بئر مزارع	تاجوراء	45	2005	1625	51.3	بئر خاص
بئر مزارع	تاجوراء	26	2005	3970	78.6	بئر خاص
بئر مزارع	سهل نالوت	--	1991	6288	75	بئر خاص
B-11	سهل نالوت	66.5	1991	3498	55	مشروع بدر
F-8	سهل نالوت	110	1991	6832	134	مشروع الرويس

حيث أن استهلاك الماء المحتوي على تركيز عالي من النترات (NO_3) يتجاوز 45 مليجرام/لتر قد يسبب مشاكل صحية أهمها إصابة الأطفال الرضع الذين تقل أعمارهم عن ستة أشهر بمرض قاتل أعراضه ظهور بقع زرقاء على الجلد (ميثموجلوبنيميا)، والذي يؤدي إلي أكسدة الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، مما يسبب في نقص الأوكسجين في الدم وعوزه الشديد في المخ. وقد يؤدي ذلك إلي تلف دائم في المخ، أو الوفاة في بعض الحالات. وقد يسبب استهلاك الخضروات أو الماء الملوث بكميات كبيرة من النترات والعناصر الثقيلة الأورام السرطانية للإنسان، حيث يمكن للنترات تكوين النيتروزامينات في المعدة والتي يعتبر بعضها مواد مسرطنة.

7-2-3- مصادر ناتجة عن النشاط الصناعي

تعتبر الصناعة من أكثر المصادر المسببة لتلوث المياه والبيئة، حيث أن بعض الأنشطة الصناعية تؤدي إلى حدوث جميع أشكال التلوث مرة واحدة (تبعث ملوثات إلى المياه وأخرى إلى الهواء وثالثة إلى التربة) على شكل فضلات غازية وسائلة وصلبة، وتكمن المشكلة في أن المخلفات الصناعية لا تختفي في الطبيعة، وكثيراً من المواد الكيميائية التي لا تتحلل ستصل في يوماً ما إلى المياه وتؤدي لتلوثها.

والأمثلة كثيرة لتصريف المخلفات السائلة التي تنتجها بعض المصانع في كثير من المناطق في أراضي فضاء مكونة البرك والمستنقعات، مثل مصانع الجرارات والشاحنات والإطارات والنضائد ودبغ الجلود، وصناعة الصابون ومواد التنظيف، ومصانع الأغذية وغيرها، خاصة أن هذه المصانع تستخدم مواد كيميائية ومجموعة من الأحماض المختلفة. هذه المخلفات تشكل خطراً يهدد مواردنا المائية المحدودة وسيترتب عليه آثار سلبية على صحة المواطن والبيئة التي يعيش فيها، وبالتالي

سيكون له تأثير كبير على النشاط الاقتصادي للدولة. جدول (7–5) يبين تركيز العناصر الثقيلة بعينات المياه المجمعة من المجمع الصناعي بتاجوراء.

هناك دراسة تتعلق بتأثير مخلفات مصنع الرصاص على المزارع القريبة (عام 1999م)، أوضحت الدراسة بأن مخلفات المصنع يتم رميها في الجانب الغربي من المصنع.

التحاليل بينت وجود الرصاص بنسب عالية جداً في المزروعات والتربة بالقرب من المصنع (الحد المسموح به هو 0.05 – 0.1 مليجرام/ لتر).

خضروات مغسولة: 5.8 – 541 جزء في المليون.

خضروات غير مغسولة: 8.7 – 1173 جزء في المليون.

وتم تحليل الرصاص في التربة على مسافات مختلفة من مكان المخلفات وعلى أعماق مختلفة من سطح الأرض، يتراوح التركيز ما بين 50 – 150 جزء في المليون.

مخلفات الصرف الصناعي تحتوي على أملاح بتركيز عالي، بالإضافة إلى العناصر الثقيلة، مثل: الزرنيخ، الكادميوم، الكروم، الرصاص، الزنك، النحاس، الزئبق وغيرها من العناصر الأخرى. هذه العناصر هي عناصر كيميائية معدنية، كثافتها مرتفعة نسبياً وسامة ولو تواجدت بتراكيز منخفضة جداً.

وجود العناصر الثقيلة بتراكيز تتجاوز الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية قد يسبب بعض الأمراض الخطيرة مثل: الأورام السرطانية، أمراض الجهاز العصبي، اضطرابات القلب والأوعية الدموية، وبعضها يسبب التسمم، مشاكل جلدية خطيرة، هشاشة العظام، والبعض الأخر يؤثر على الكلى والكبد، وقد يسبب إجهاض للحوامل، وأمراض الأطفال خاصة حديثي الولادة (الرضع). كما تسبب هذه المياه في إنتشار الحشرات والروائح الكريهة.

جدول (7-5) تركيز العناصر الثقيلة (ملليجرام/لتر) بمياه المجمع الصناعي بتاجوراء (1990م)

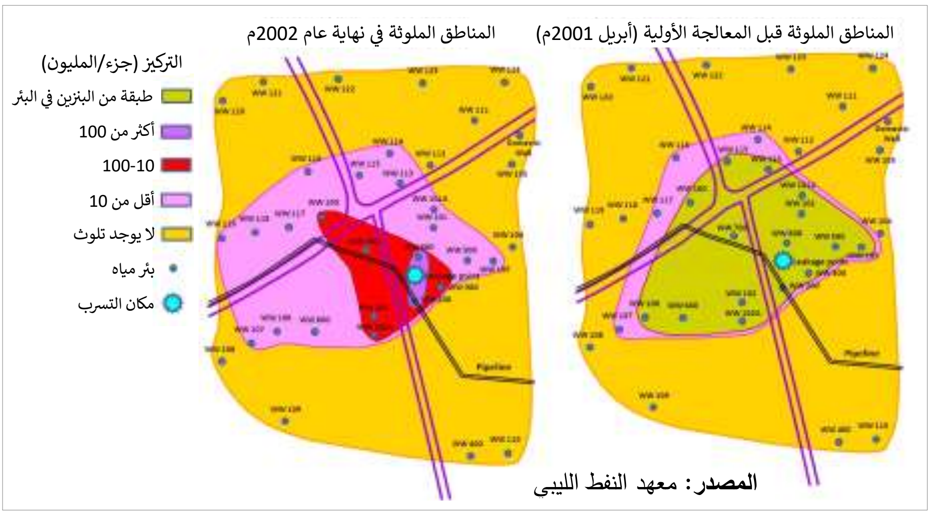
العناصر الثقيلة	أقصى تركيز مسموح به (مليجرام/لتر)	بحيرة مذبغة الجلود	آبار المزارعين القريبة من بحيرة المدبغة				آبار محطة ضخ البلدية		بئر مصنع البطاريات	آبار المزارعين بالقرب من مجمع المصانع		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الكروم	0.05	0.2352	0.0073	0.0039	0.0032	0.0008	0.0071	0.0154	0.0041	--	--	--
الكوبالت	1.00	0.272	0.137	0.056	0.055	0.024	0.104	0.05	0.091	0.024	0.027	0.024
الكادميوم	0.01	0.0871	0.0391	0.020	0.0216	0.0079	0.0286	0.0248	0.0288	0.0084	0.0082	0.0084
النيكل	0.02	0.485	0.238	0.111	0.104	0.046	0.235	0.103	0.202	0.048	0.046	0.040
الرصاص	0.05	0.0276	0.016	0.0062	0.0062	0.0022	0.0122	0.0049	0.0112	0.0050	0.0020	0.0012
الخارصين	5.00	3.688	1.858	0.621	0.770	0.287	0.996	0.496	1.890	0.394	0.311	0.257

7-2-4- مصادر ناتجة عن النشاط النفطي

أ- التسرب المباشر للوقود

يعتبر التسرب المباشر للوقود الناتج عن حدوث تآكل في الخزانات أو أنابيب نقل منتجات النفط والوقود المدفونة في باطن الأرض والممتدة لعدة كيلومترات، أو سيارات نقل الوقود أحد أهم مصادر التلوث النفطي للمياه والتربة.

وأهم مثال لذلك ما حدث بمنطقة قرقوزة، وهي منطقة زراعية تقع على بعد حوالي 25 كيلو متر غرب مدينة طرابلس، من تلوث لموارد المياه الجوفية جراء تسرب الوقود بأنواعه المختلفة نتيجة تأكل خط أنابيب النقل المدفونة تحت سطح الأرض مما تسبب في تسرب الوقود إلى التربة (تم اكتشاف التسرب في يونيو 1997م)، واستمر هذا التسرب إلى أن وصلت الملوثات النفطية إلى المياه الجوفية بالخزان الجوفي السطحي الرئيسي والتي ظهرت بوضوح في آبار المزارعين المحفورة بأعماق تتراوح ما بين 40 إلى 70 متر قرب مصدر التسرب (شكل 7-8).



شكل (7-8) تلوث المياه الجوفية بمنطقة قرقوزة نتيجة تسرب الوقود

وأوضحت دراسة هذه المشكلة بان مياه بعض هذه الآبار ملوثة بمواد هيدروكربونية بتركيز تراوح ما بين 2.2 إلى 59.5 جزء في المليون، كما أن التربة عند نقطة الرشح حول الأنابيب مشبعة بالمواد الهيدروكربونية بتركيز تراوح ما بين 23 إلى 25896 جزء في المليون بالإضافة إلى وجود الرصاص بتركيز عالي جداً يتراوح ما بين أقل من 0.04 إلى 4 جزء في المليون في المياه الجوفية، وما بين 5 إلى 25 جزء في المليون في عينات التربة. جداول (7-6 و 7-7) تبين ناتج الكلوروفورم ($CHCL_3$) المستخلص من عينات المياه والتربة.

جدول (7-6) الكلوروفورم المستخلص من عينات مياه الآبار القريبة من منطقة التسرب

رقم البئر	موقع البئر من مصدر التلوث(متر)	الكلوروفورم المستخلص (جزء/المليون)
100	شمال 500	59.5
101	شمال 150	16.4
102	غرب 100	6.5
103	شرق 200	9.2
104	شمال شرق 500	5.0
105	جنوب 1000	3.4
106	شمال 500	4.2
107	شمال 400	7.6
108	جنوب 1000	2.2
109	شمال 400	4.6
110	شرق 2000	3.8
111	شمال شرق 500	5.0
112	غرب 600	5.4
113	شمال 700	5.4
114	شمال 2000	3.2
115	شمال 700	4.6

المصدر: El Jawashi, S. A. et al. (2002)

جدول (7-7) الكلوروفورم المستخلص من عينات التربة بالقرب من منطقة التسرب

رقم العينة	موقع البئر من مصدر التلوث(متر)	الكلوروفورم المستخلص (جزء/المليون)
1	حول نقطة التسرب	7876.4
2	حول نقطة التسرب	8823.5
3	حول نقطة التسرب	5320.5
4	حول نقطة التسرب	643.1
5	حول نقطة التسرب	2388.6
6	6 متر شمال نقطة التسرب	84.9
7	2 كيلومتر غرب نقطة التسرب	97.0
8	2 كيلومتر شرق نقطة التسرب	92.0
9	عمق 1 متر عند نقطة التسرب	10907.4
10	عمق 1.5 متر عند نقطة التسرب	25896.3

المصدر: El Jawashi, S. A. et al. (2002)

معالجة التلوث الناتج عن تسرب الوقود إلى المياه الجوفية استمر لفترة طويلة (تجاوز 5 سنوات) وقد كلف خزينة المجتمع مبالغ مالية كبيرة، خاصة وأن إزالة الوقود من المياه لازال مستمر بموقع الغيران.

كما ظهرت مشكلة تسرب الوقود من أنابيب النقل بمنطقة الغيران بالقرب من مقر الهيئة العامة للمياه (2003م) وسببت في تلوث المياه بالخزان الجوفي السطحي بهذه المنطقة، كما سبب تآكل خزانات الوقود بمنطقة بن جابر بزاوية الدهماني إلى تسرب الوقود من هذه الخزانات.

كما تم ملاحظة حدوث تلوث للمياه الجوفية ناتج عن تسرب وقود السيارات من محطة البنزين الواقعة على الطريق الساحلي شمال موقع منطقة التلوث

أو من مصـدر لتخزين الوقود بالقرب من مكان التلوث في مدينة صـرمان، حيث أتضـــح من خلال الكشـــف على آبار المياه بهذه المنطقة في عام 2019م وجود بنزين في عدد من آبار المواطنين وبئر محفور في مدرســة وآخر موجود في مســـجد بـالمنطقـة المتـأثرة بـالتلوث (شـــكل7-9).



شكل (7–9) صورة توضح ظاهرة تلوث آبار المياه بالبنزين بمنطقة صرمان

ب- تصريف المياه المصاحبة لإنتاج النفط

منذ بداية الستينيات بدأت مشكلة إنتاج المياه المصاحبة الموجودة في المكامن النفطية، حيث يجد الماء المتواجد تحت السوائل النفطية طريقه إلى البئر ويكوِّن نسبة من الإنتاج، وتبدأ بكميات قليلة، وترتفع مع الزمن حتى تصل إلى مستويات كبيرة.

يتم إنتاج النفط من المكمن في البداية عن طريق الاستفادة من الطاقة الكامنة (هذه الطاقة تدفع موائع الطبقة إلى قاع البئر ومن ثم إلى السطح، وهذا ما يحصل في فترة الإنتاج الذاتي). ولكن مع استمرار الإنتاج من المكمن تنخفض هذه الضغوط مع الزمن بشكل تدريجي وتنخفض الطاقة الكامنة لقيم أقل من الطاقة اللازمة لإيصال النفط إلى السطح، عندئذٍ يتم اللجوء إلى طرق الإنتاج الثانوية المدعم عن طريق حقن المياه للمحافظة على الضغط الطبقي وتعزيز استرداد النفط والتي من شأنها تحسين ظروف عمل الآبار الميكانيكية وانتقال المكمن إلى نظام عمل أكثر فاعلية. جدول (7–8) يبين حجم المياه المنتجة (المياه المصاحبة للنفط) إلى حجم النفط المنتج.

جدول (7–8) تقدير كميات النفط المنتجة والمياه المصاحبة له

السنة	إجمالي النفط المنتج (مليون برميل في اليوم)	تقدير كميات المياه المصاحبة للنفط (مليون برميل في اليوم)	حجم المياه المنتجة إلى حجم النفط المنتج
2011–2010	1.8	5.1	2.83
2014–2013	2.3	9.6	4.17

المصدر: Abousnina, R. M. 2012

أن تصريف المياه المصاحبة لإنتاج النفط على شكل بحيرات كبيرة تنتشر بالقرب من حقول النفط في كل من جالو واوجلة والسرير ومرزق والحمادة الحمراء من أخطر المشاكل التي ستؤدي إلى تلويث مياه الأحواض الجوفية الكبرى الأشكال (7–10 و 7–11). خاصة وأن هذه المياه ذات ملوحة

عالية جداً، وتحمل تركيزات عالية من المواد الملوثة السامة التي ينبغي التخلص منها قبل تصريف تلك المياه في مناطق استخراج النفط.

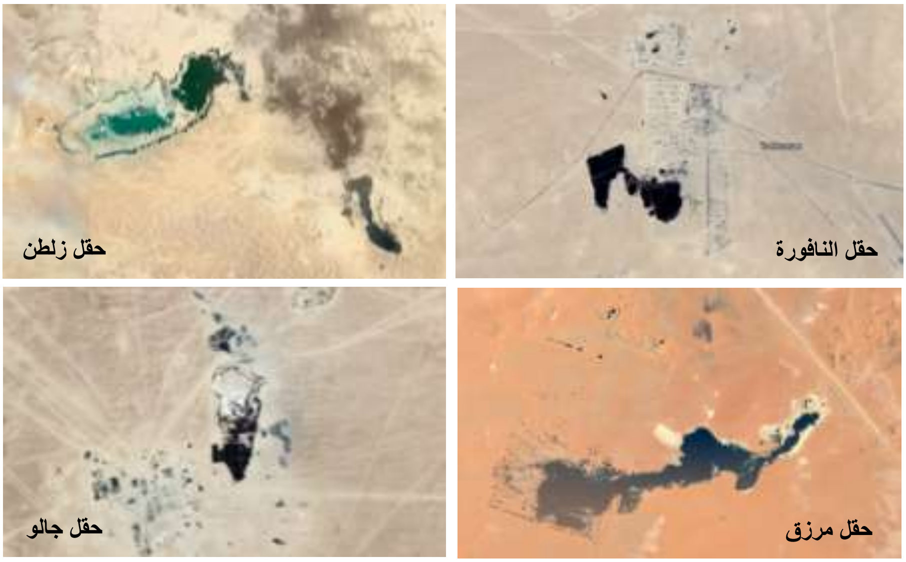
بينت بعض التحاليل الكيميائية بأن المياه المصاحبة للنفط:

- ذات ملوحة عالية جداً تتراوح ما بين 6000 إلى أكثر من 57000 مليجرام/ لتر.
- تحتوي على المواد العضوية العالقة والذائبة
- تحتوي على هيدروكربون يتراوح ما بين 3- 9% من الوزن.
- تحتوي على نفط خام ما بين 2-5% من الحجم.
- تحتوي على الغازات وتشمل: كبريتيد الهيدروجين، ثاني اكسيد الكربون والأكسجين.
- بالإضافة إلى العناصر الثقيلة (الكروم، الكادميوم، الرصاص، الزنك، والنحاس) التي تتجاوز الحدود المسموح بها.
- مع وجود مواد مشعة مثل اليورانيوم، الراديوم، التوريوم، البوتاسيوم، والرصاص في بعض المواقع.

جداول (7-9 إلى 7-13) توضح نتائج التحاليل الكيميائية لعينات المياه المجمعة من بحيرات تصريف المياه المصاحبة لإنتاج النفط، وكذلك من برك التبخير، ومياه بعض الآبار المستخدمة للأغراض المنزلية بمواقع بعض الحقول النفطية، والخواص الكيميائية لعينات التربة، بالإضافة إلى تحليل العناصر الثقيلة لعينات المياه بأحد حقول النفط. هذه النتائج تم الحصول عليها من خلال ما هو متاح من بيانات ودراسات في هذا المجال.



شكل (7-10) برك تصريف المياه المصاحبة للنفط



شكل (7-11) برك تصريف المياه المصاحبة للنفط

(صور الأقمار الاصطناعية)

جدول (7-9) نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه جمعت من بحيرات تصريف المياه المصاحبة للنفط بمنطقة شمال غرب جالو

العناصر / العينة	أ	ب
pH	7.74	7.82
EC (مليموز/سم)	90190	89246
TDS (ملليجرام/لتر)	56820	56225
TH (ملليجرام/لتر)	4351	4466
Ca (ملليجرام/لتر)	1243	1256
Mg (ملليجرام/لتر)	302	332
Na (ملليجرام/لتر)	18750	18750
K (ملليجرام/لتر)	300	300
HCO_3 (ملليجرام/لتر)	976	976
SO_4 (ملليجرام/لتر)	2721	2698
Cl (ملليجرام/لتر)	29812	29744
F (ملليجرام/لتر)	3.27	2.65
Br (ملليجرام/لتر)	27.61	20.59
Ba (ملليجرام/لتر)	0.026	0.0234
Sr (ملليجرام/لتر)	28.21	49.66
Fe (ملليجرام/لتر)	0.211	0.21
NH_4 (ملليجرام/لتر)	14	14
CO_2 (ملليجرام/لتر)	253	250
O_2 (ملليجرام/لتر)	9.76	9.83
H_2S (ملليجرام/لتر)	85	83
هيدروكربونات (وزن %)	8.949	2.9699
نفط (حجم %)	5	2

جدول (7–10) نتائج التحليل الكيميائي للمياه الجوفية في أحد حقول النفط شمال غرب جالو

العناصر	البئر (G1–1)	البئر (G1–5)	البئر (G1–8)
pH	8.0	7.6	7.3
EC (مليموز/سم)	3920	4170	4220
TDS (ملليجرام/لتر)	1960	2090	2120
TH (ملليجرام/لتر)	670	680	800
Ca (ملليجرام/لتر)	116	124	92
Mg (ملليجرام/لتر)	92	90	114
Na (ملليجرام/لتر)	712	732	740
HCO_3 (ملليجرام/لتر)	268	317	329
SO_4 (ملليجرام/لتر)	269	252	258
Cl (ملليجرام/لتر)	1098	1128	1140

جدول (7–11) نتائج التحليل الكيميائي للمياه المنتجة التي تم جمعها من برك التبخير وعينات المياه المستخدمة للأغراض المنزلية في حقل الحمادة

العناصر	بركة تبخير (NC5)	إستخدام منزلي (NC5)	بركة تبخير (NC8)	إستخدام منزلي (NC8)
pH	6	8.5	7.4	7.2
EC (مليموز/سم)	185200	1660	1976	3300
TDS (ملليجرام/لتر)	118528	1062.4	1264.64	2112
Na (ملليجرام/لتر)	60000	140	230	275
Cl (ملليجرام/لتر)	90154.24	311.1	380	1416
K (ملليجرام/لتر)	30000	35	40	30
نفط (ملليجرام/لتر)	25.80	0.00	16	0.00

المصدر: الهيئة العامة للمياه

جدول (7-12) الخواص الكيميائية لعينات التربة جمعت من أحد حقول النفط الواقعة جنوب شرق ليبيا

رقم العينة	الأس الهيدروجيني	الموصلية الكهربائية (مليموز/سم)	مجموع الأملاح الذائبة (ملليجرام/لتر)	القلوية (ملليجرام/لتر)
S1	7.1	2590	3880	915
S2	7.1	9440	4540	732
S3	7.6	2960	1700	915
S4	8.02	2270	1320	393
S5	7.38	4620	2400	1037
S6	7.43	2180	1370	845
S7	7.86	2520	960	915
S8	7.88	2980	1570	793
S9	7.9	6536	3226	671
S10	7.43	5073	2540	1220
S11	7.39	2756	1373	732
S12	7.29	2640	1320	732
S13	7.00	10256	5063	1098
S14	7.37	3680	1833	1220

المصدر: Massoud, T. S. et al. (2012)

تعتبر المياه المصاحبة لإنتاج النفط من أهم مصادر التلوث بمناطق حقول النفط والمناطق المجاورة لها، حيث أن طريقة التخلص من هذه المياه أثناء عمليات الحفر أو الاستكشاف أو اختبار الآبار أو الإنتاج على السطح في شكل بحيرات يمكن أن:

- تشكل خطراً على البيئة المحيطة، والحياة البرية وصحة السكان المحليين.
- تسبب في حدوث مشاكل اجتماعية واقتصادية.

- تؤدي إلى تلوث التربة والمياه الجوفية. حيث بينت بعض الدراسات بأن تأثر التربة بمناطق حقول النفط هو المشكلة البيئية الأكثر شيوعا المرتبطة بالإنتاج النفطي. المياه المصاحبة لإنتاج النفط تؤدي إلى تلويث التربة وتآكل التربة السطحية، كما أن التربة المتأثرة تعمل على تلويث خزانات المياه الجوفية الضحلة.

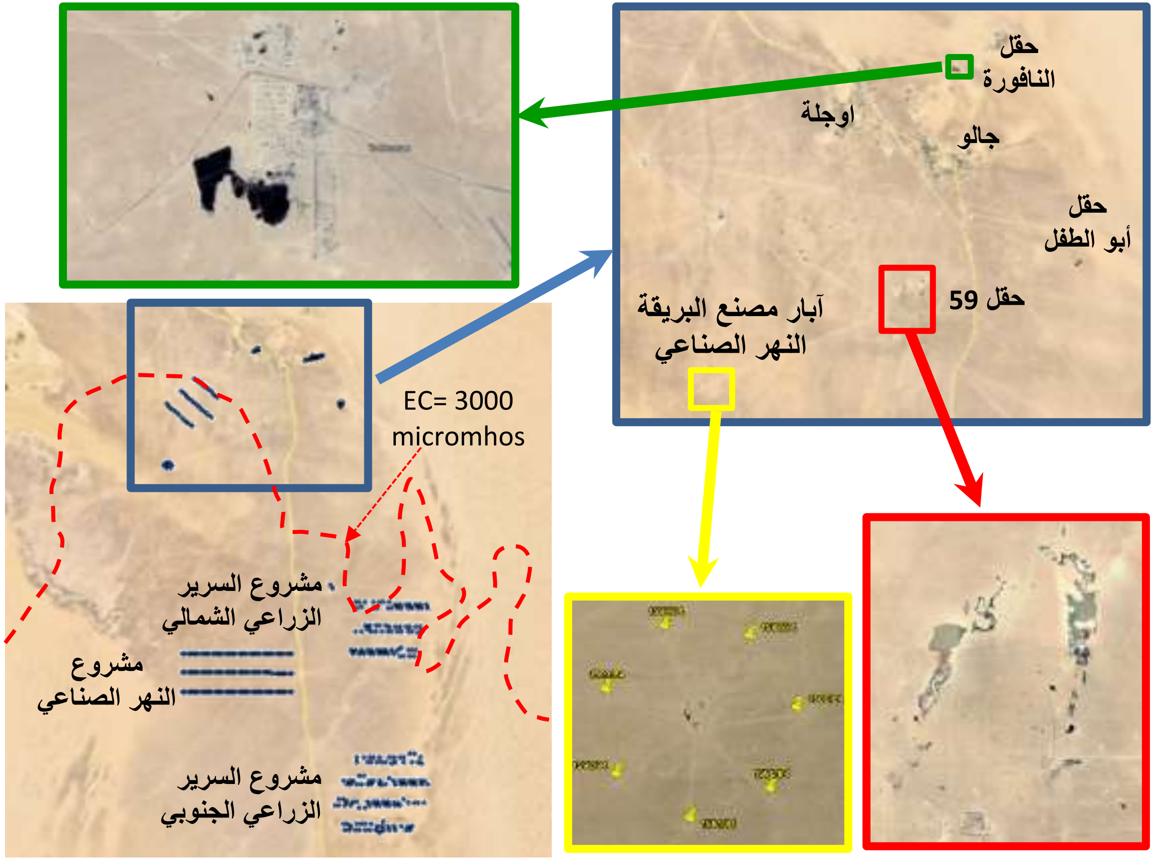
خطورة التلوث الناتج عن صرف المياه المصاحبة لإنتاج النفط ستكون كبيرة جداً في المناطق التي تتواجد فيها مشاريع (زراعية ومائية) استراتيجية تعتمد على المياه الجوفية، وهي المصدر الوحيد المتاح لتنفيذ هذه المشاريع، ومثالاً لذلك موقع بحيرات تصريف المياه المصاحبة لإنتاج النفط بالحقول النفطية الواقعة شمال مشروع النهر الصناعي ومشروعي السرير الزراعي الشمالي والجنوبي. شكل (7-12) يوضح ذلك.

7-2-5- التلوث الناتج عن الاستغلال المفرط للمياه الجوفية

الاستغلال المفرط للمياه الجوفية على طول إمتداد الشريط الساحلي، سبب في زحف مياه البحر نحو اليابسة أدى إلى تدهور ملوحة المياه الجوفية في هذه المناطق لتتجاوز المعايير المحلية والدولية المسموح بها للإستخدام للأغراض المختلفة، خاصة في مدينة طرابلس وبنغازي، حيث تجازت ملوحة المياه 3000 ملليجرام/لتر ووصلت في بعض المناطق إلى أكثر من 10000 ملليجرام/لتر، هذه المياه أصبحت غير مناسبة للإستخدامات المنزلية والزراعية والصناعية. وتسببت في العديد من المشاكل مثل تآكل وتلف معظم معدات المنزل (شبكات إمداد المياه، سخانات المياه، الغسالات، والحنفيات، وما إلى ذلك) وساهمت في زيادة تكاليف الصيانة، بالإضافة إلى بعض المشاكل الصحية.

جدول (7-13) التحليل الكيميائي وتركيز العناصر الثقيلة (ملليجرام/لتر) لعينات المياه المصاحبة للنفط من أحد حقول النفط الواقعة جنوب شرق ليبيا

رقم العينة	W1	W2	W3	W4	W5	W6
pH	6.85	6.86	7.5	7.52	7.01	8.26
TDS	26500	28230	15360	5690	9915	31250
TH	386	424	230	187.5	232.5	572.5
Ca	862	881	679	98.16	285	1541
Na	10074	10275	8508	752	4837	15690
K	86.13	87.6	77.36	44.46	58.23	177
HCO_3	6039	6100	5490	3050	2440	2562
SO_4	533.33	536.66	626.66	900	500	1000
Cl	16529.7	16631.75	11544.6	1366.75	5800.7	21335.5
NO_3	27.33	29	25.5	25.33	32.66	21.5
Ba	299.3	363.3	278	10	135.3	504
Li	8.33	8.5	6.66	0.9	3.2	14.33
Mn	0.92	1.15	0.69	0.23	1.23	1.15
Fe	1.06	1.23	0.21	0.35	0.78	0.92
PO_3	5.86	6.53	10.2	5.1	7.76	7.43
Cu	5.28	9.33	1.64	4.8	5.13	1.04
Zn	1.1	1.16	0.77	2.69	--	0.75
Co	--	3.05	2.73	0.73	1.47	3.64
Cd	--	--	0.7	0.35	0.55	0.25
Cr	0.32	0.26	0.06	0.24	0.19	0.15
Pb	0.55	0.35	0.26	0.08	0.35	0.35
Ni	2.14	--	--	--	1.42	--
نفط	13.88	0.86	427.92	3.47	1.73	5.2



شكل (7–12) موقع بحيرات تصريف المياه المصاحبة لإنتاج النفط بمناطق جالو شمال السرير

انخفاض منسوب المياه الناتج عن إستخراج المياه الجوفية من طبقات المياه بالخزان الجوفي الرئيسي العلوي والسفلي في مشروع سمنو الزراعي، الذي يقع على مسافة 50 كيلومتر شمال شرق سبها بالقرب من موقع السبخات مع وجود خزان جوفي ضحل المتميز بمياه جوفية مالحة، عند الحافة الشمالية للخزان الجوفي المسوزوي (حقب الحياة الأوسط) القاري في حوض مرزق، أثر على التوازن الطبيعي للمخزون الجوفي في المنطقة، مما سبب في سريان المياه المالحة من السبخات المجاورة، ومن الخزان الجوفي الضحل أدى ذلك إلى تلوث المياه العذبة بالخزان الجوفي الرئيسي (جدول 7–14).

ما حدث في مشروع سمنو الزراعي يمكن أن يكون مثال نموذجي على الوضع الهيدروجيولوجي الموجود على طول الحافة الشمالية لنظام الخزانات الجوفية التابعة للعصر المسوزوي في حوض مرزق في المناطق الواقعة من وادي إيراون إلى الزيغن. في هذا الحزام الذي يبلغ طوله 300 كيلومتر، قد تحدث مشكلات ارتفاع ملوحة المياه أثناء استغلال طبقات المياه الجوفية وستكون مشابهة لتلك الموجودة في مشروع سمنو الزراعي.

جدول (7–14) تغير ملوحة المياه بمشروع سمنو الزراعي

رقم البئر	عمق البئر (متر)	الموصيلية الكهربائية (ميكروموز/سم)	
		1974 /1975	1981
3	310	739	5770
4	310	778	3290
5	310	740	2930
7	150	744	3390
8	310	784	4450
14	310	714	3190
17	150	772	3340

الفصل الثامن: التغير المناخي وأثره على البيئة والموارد المائية

8-1- مقدمة

ظاهرة التغير المناخي هي ظاهرة طبيعية تحدث كل عدة الآف من السنين، وهذا يمكن تأكيده من خلال ما حدث للصحراء الليبية منذ حوالي أكثر من 12,000 عام، عندما كانت الأمطار غزيرة، وكانت الصحراء الكبرى تغطيها النباتات وغنية بالغابات والأدغال ونباتات السافانا، والحيوانات. وتنتشر الرسومات الصخرية في الصحراء الليبية، حيث توجد في جبال أكاكس رسومات منحوتة لعدة أنواع من الحيوانات على الصخور مثل الزرفات والفيلة والنعام والجمال، والتي تعكس طبيعة المنطقة في ذلك الوقت، حيث كانت تشهد مناخ أكثر رطوبة وغنى بالحياة البرية. ثم بدأت الصحراء الكبرى تتعرض لدورة جفاف، مما نتج عنه اختفاء جميع الأنهار دائمة الجريان. ومنذ ذلك الحين أصبح مصدر المياه العذبة الوحيد المتاح للاستغلال هو المياه الجوفية الأحفورية التي تعود إلى حقبة الحياة الوسطى، حيث تشير الدراسات بإستخدام النظائر المشعة (الكربون المشع) إلى أن هذه المياه تعود إلى فترة تتراوح ما بين 14,000 إلى أكثر من 40,000 عام.

تغير المناخ أو التغير المناخي هو أي تغير مؤثر وطويل المدى في معدل حالة الطقس يحدث لمنطقة معينة. يمكن أن يشمل معدل حالة الطقس، معدل درجات الحرارة، معدل تساقط الأمطار وحالة الرياح. هذه التغيرات يمكن أن يسببها النشاط البركاني للأرض، أو بسبب التغير في شدة أشعة الشمس أو سقوط النيازك الكبيرة، ومؤخراً بسبب نشاطات الإنسان.

تعدّ الأنشطة البشرية السبب الرئيسي لتغيّر المناخ وزيادة درجة حرارة الأرض على مدى الخمسين سنة الماضية، إذ أدّت الأنشطة الصناعية التي تعتمد عليها طبيعة الحياة الجديدة إلى رفع مستويات الغازات الدفيئة (الاحتباس الحراري) مثل: غاز ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروجين في الغلاف الجوي بشكل كبير جداً، فقد بدأ الإنسان منذ بداية الثورة الصناعية بحرق كميات متزايدة من الوقود الأحفوري، مما أدى إلى تراكم الغازات في الجوّ لتكون غلاف حول الأرض يشبه الصوبة (البيت الزجاجي)، هذه الغازات تتميز بقدرتها العالية على امتصاص الحرارة الصادرة من الأرض والاحتفاظ بها لفترة طويلة ثم اشعاعها مرة أخرى للأرض مما يزيد من درجة حرارتها. لقد سببت هذه الغازات من رفع حرارة الكوكب إلى 1.2 درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية. بالإضافة إلى قطع الأشجار، وتحويل مساحات شاسعة من أراضي الغابات إلى أراضٍ زراعية، والعديد من الأنشطة الأخرى التي أدت إلى ظاهرة الاحتباس الحراري.

إن اللجنة الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) ترجع معظم السخونة الملاحظة على مدار آخر 50 عاماً إلى الأنشطة البشرية. وقد أدت هذه التغيرات إلى حدوث الكثير من المخاطر البيئية مثل:

- تقلص حجم الأوزون.
- فقدان التنوع الحيوي.
- انتشار الأمراض المرتبطة بالحرارة ، وارتفاع معدل الوفيات الناتجة عن سوء الأحوال الجوية ، وأمراض الربو والقلب والأوعية الدموية التي قد يسببها تلوث الهواء.

- نقص المياه العذبة النقية ، وذلك بسبب الجفاف، وأيضاً هطول الأمطار الغزيرة يسبب تلوث مصادر المياه.
- انخفاض الإمدادات الغذائية والزراعية، حيث أن للطقس القاسي دور في تدمير المحاصيل الزراعية، وينتج عن ذلك سوء التغذية والمجاعات.
- تسبب العواصف والأعاصير والجفاف نقص المأوى، فهناك الكثير من الشعوب تعاني من حالة نزوح الاجئين.
- ارتفاع مستويات البحر، وتقلص الصفائح الجليدية، وتحمض المحيطات، كل ذلك قد يتسبب مستقبلاً في حدوث الكوارث.

8-2- التغير المناخي في ليبيا

على المستوى المحلي فإن ليبيا تقع ضمن مناطق المناخ الجاف وشبه الجاف المتميز بقلة معدلات سقوط الأمطار وتذبذبها بشكل كبير، والافتقار إلى مصادر المياه السطحية دائمة الجريان، وتغطي الصحراء ما يزيد عن 85% من مساحة البلاد، والجزء المتبقي هو عبارة عن شريط ساحلي وهو معرض للتصحر أيضاً، وأكثر عرضة لمخاطر التغيرات المناخية.

لذلك من المتوقع أن تتأثر ليبيا إلى حد كبير بظاهرة التغير المناخي مستقبلاً من خلال تدني كميات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة بالإضافة إلى تكرار فترات الجفاف، وسيكون للتغيرات المناخية المتوقعة تأثيرات قوية على الموارد المائية، خاصة وأن هذه الموارد تعاني من العديد من القيود والضغوط التي تجعلها في وضع هش، وأكثر تأثراً بالاحترار والجفاف الذي قد يحدث مستقبلاً.

التغيرات المناخية وما يرتبط بها من مخاطر وأثار مثل التصحر وتدهور الأراضي والجفاف من أهم الظواهر التي تسبب تحديات كبيرة على المستوى الكوني، وتتمثل هذه التغيرات في الزيادات الكبيرة في الانبعاثات الكربونية، والتي أدت إلى تكون ظاهرة الاحتباس الحرارى، ولاشك أن ليبيا تتأثر بتلك التغيرات المناخية على نطاق واسع خاصة في قطاع المياه والزراعة.

تشير بعض الدراسات في مجال التغير المناخي بأن الأمطار على المستوى الوطني تشهد تناقصاً ملحوظاً منذ منتصف القرن الماضي، وتراجعاً في عدد الأيام الممطرة خلال مواسم الأمطار، كما أن المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في ارتفاع طفيف مصحوباً بزيادة مطردة لموجات الحر. أما متوسط سنوات الجفاف فبلغ 16 سنة، حيث اعتبرت سنة 1936م ثم سنة 2021م أكثر السنوات جفافاً من الناحية المناخية خلال الفترة (1901–2021). أما متوسط الفيضانات التي ضربت البلاد خلال الفترة (1981–2010) فبلغ 13 فيضاناً.

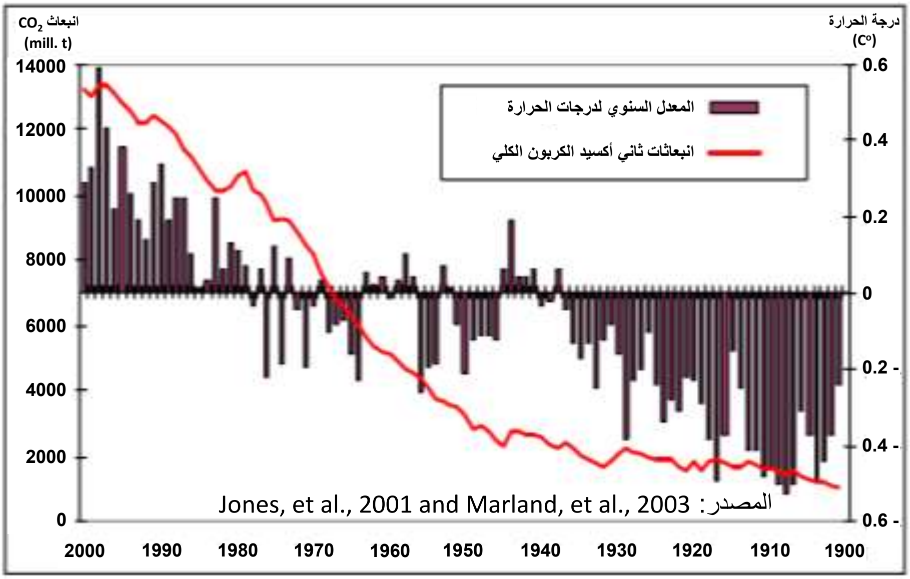
كما تشير هذه الدراسات إلى أن سيناريوهات التغير المناخي توقعت تناقصاً كبيراً في كميات الهطول على ليبيا يصل إلى 40% وزيادة في بعض التطرفات المناخية الأخرى كالفيضانات، والفيضانات الخاطفة، وموجات الجفاف والحرارة حدةً ومقداراً.

هذه الظروف تضع كافة الموارد الطبيعية والبيئية لليبيا وخاصة منها الموارد المائية، (أهم متطلبات التنمية المستدامة)، تحت المحك وتجعلها أكثر ضُعفاً للتصدى والأستجابة لآثار التغيرات المناخية على المستويين المكاني والزماني.

بشكل عام، لا توجد تدابير عملية يتم اتخاذها لرصد آثار تغير المناخ على موارد المياه والإنتاج الزراعي والبيئة، إذا استبعدنا بعض الأبحاث الأكاديمية المتعلقة

بدراسة وتقييم تغير المناخ بناءً على البيانات المناخية المتاحة مثل درجات الحرارة وهطول الأمطار على مدى السنوات الماضية (أكثر من 100 عام).

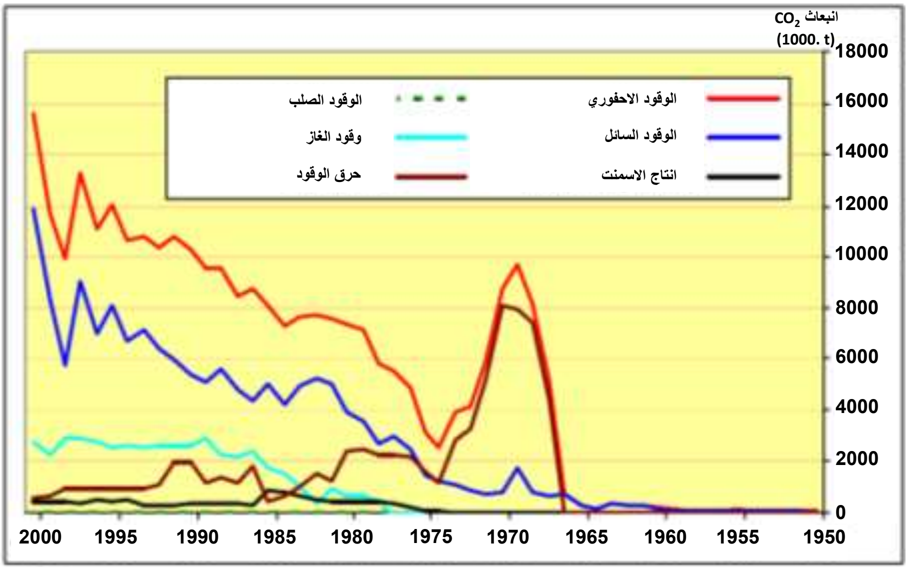
الطنطاوي (2005) في أطروحة الدكتوراه بعنوان "تغير المناخ في ليبيا وتصحر سهل الجفارة" استخدم البيانات المناخية لـ 15 محطة في ليبيا متوفرة لدى المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية على مدى 54 عاماً خلال الفترة (1946-2000). حيث ورد في هذه الأطروحه إلى أن معظم الدراسات المتعلقة بتغير المناخ تشير إلى أن تركيزات ثاني أكسيد الكربون قد ازدادت في الغلاف الجوي للأرض على مدى العقود الثلاثة الماضية بسبب التأثيرات البشرية. لقد تم حساب معامل الارتباط لتحديد العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ومتوسط درجة الحرارة السنوية العالمية في القرن العشرين، حيث لوحظ أن العلاقة بينهما كانت عالية، وكان معامل الارتباط موجباً بشكل ملحوظ عند 0.78 (شكل 8-1).



شكل (8-1) المتوسط السنوي العالمي لدرجات الحرارة وتركيزات ثاني أكسيد الكربون في القرن العشرين

علاقة الارتباط العالية بين ارتفاع درجة الحرارة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون تم ملاحظته كذلك في ليبيا، لقد بلغ إجمالي استهلاك الطاقة حوالي 0.16٪ من إجمالي استهلاك الطاقة العالمي (يمثل النفط 69.2٪ والغاز الطبيعي 30.8٪)، وبلغت انبعاثات الكربون المتعلقة بالطاقة حوالي 0.2٪ من انبعاثات الكربون العالمية. حصة النفط والغاز الطبيعي من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون هي 71.5٪ و 28.4٪ على التوالي.

يعتبر الوقود الأحفوري أكبر مساهم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ليبيا يليه استهلاك الوقود السائل، بينما يعتبر استهلاك الوقود الصلب أقل مساهم (شكل 8-2).



المصدر: Marland, et al., 2003

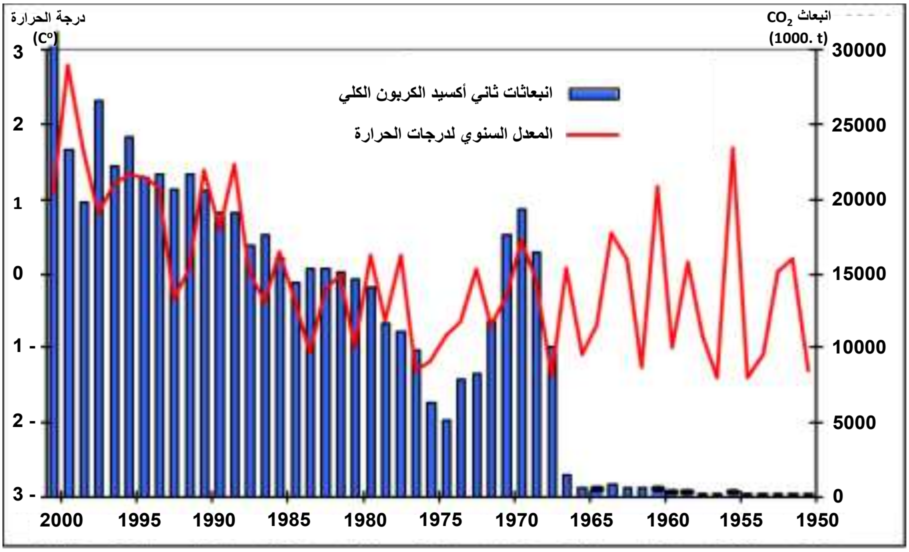
شكل (8-2) إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من مصادر مختلفة في ليبيا (1950-2000)

وأشار أيضاً إلى أن العلاقة بين تركيزات ثاني أكسيد الكربون ومتوسط درجات الحرارة السنوية في جميع أنحاء ليبيا تم فحصها لفترتين، على المدى الطويل، 1950–2000 (شكل 8–3)، وعلى المدى القصير 1976–2000 (شكل 8–4). حيث كان الارتباط قوياً خلال الفترة 1950–2000، بالمقابل كان الارتباط في الفترة 1976–2000 أقوى. من خلال ما تم عرضه يمكن أن نستنتج أن زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون هي أكبر مساهم حالياً ومستقبلاً في تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية.

من أجل التحقق من التغير المناخي الملحوظ في ليبيا، قام الطنطاوي بتحليل البيانات المناخية من خلال اتجاهات درجات الحرارة، وهطول الأمطار، والرطوبة النسبية، وكمية السحب في فترات الدراسة (1946–2000) و (1946–1975) و (1976–2000)، وكذلك مقارنة النتائج بالمقاييس العالمية، حيث يمكن تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة على النحو التالي:

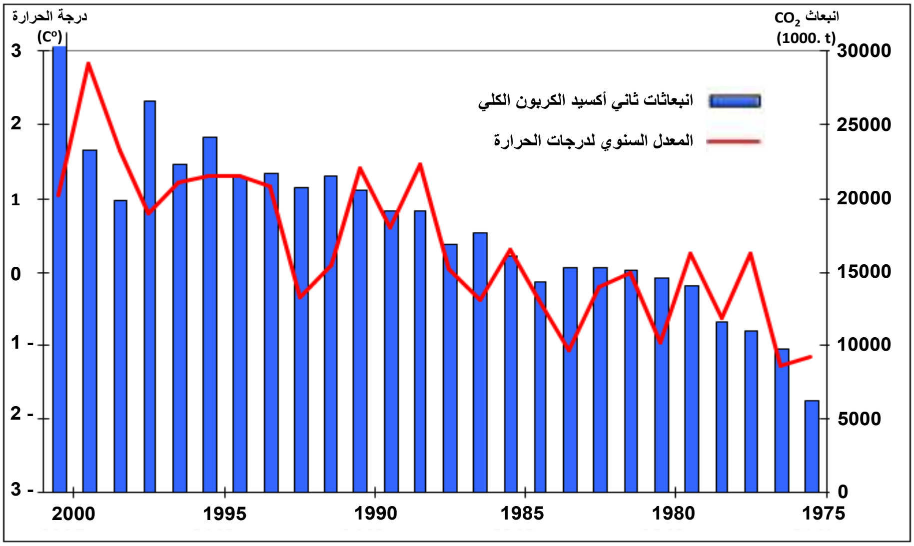
أ- كانت اتجاهات متوسط درجة الحرارة السنوية خلال الفترة 1946–2000 موجبة في جميع محطات الدراسة باستثناء محطة واحدة، وسادت اتجاهات سلبية في معظم المحطات خلال الفترة 1946–1975، بينما كانت الاتجاهات أكثر إيجابية في جميع محطات الدراسة خلال الفترة 1976–2000 وهو ما يطابق اتجاه الإحترار العالمي.

كما تم ملاحظة اتجاهات إيجابية لمتوسط درجات الحرارة الدنيا في جميع المحطات المرجعية خلال الفترات 1946–2000 و 1976–2000، بينما سادت الاتجاهات السلبية في معظم المحطات خلال الفترة 1946–1975. بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة القصوى فقد ظهرت



المصدر: Marland, et al., 2003 and Libyan Meteorological Department, Tripoli

شكل (8-3) انبعاثات CO_2 مقارنة مع المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في ليبيا (1950-2000)



المصدر: Marland, et al., 2003 and Libyan Meteorological Department, Tripoli

شكل (8-4) معدل انبعاثات CO_2 مقارنة مع المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في ليبيا (1976-2000)

اتجاهات إيجابية خلال الفترة 1946–2000 و 1976–2000 في معظم المحطات، بينما كانت معظم الاتجاهات سلبية خلال الفترة 1946–1975. زادت درجة الحرارة الدنيا بما يقارب من ضعف معدل الحد الأقصى لدرجات الحرارة في معظم المحطات. فيما يتعلق بدرجات الحرارة الموسمية، يحدث الاحترار في الغالب في الصيف والخريف على عكس الملاحظات العالمية التي تحدد الاحترار في الغالب في الشتاء والربيع في كلتا فترتي الدراسة.

ب– خلال الفترة 1946–2000، لوحظت متغيرات كبيرة بين السنوات وفي السنة نفسها. وقد لوحظت اتجاهات إيجابية لمجموع هطول الأمطار السنوية من عام 1946 إلى عام 2000، واتجاهات سلبية من عام 1976 إلى 2000 في معظم المحطات. كانت تقلبات هطول الأمطار الموسمية فوق ليبيا أكثر وضوحاً في الفترة 1976–2000 من الفترة 1951–1975 مما يشير إلى الحجم المتزايد لتغير المناخ في الآونة الأخيرة.

ج– تم حساب الاتجاهات السلبية لمتوسط الرطوبة النسبية السنوية في ثماني محطات بينما سادت الاتجاهات الإيجابية في سبع محطات من عام 1946 إلى عام 2000. بالنسبة لفترة المراقبة القصيرة 1976–2000، تم حساب الاتجاهات الإيجابية في معظم المحطات. انخفض إجمالي كمية السحب السنوية في معظم محطات الدراسة في ليبيا على مدى فترات طويلة وقصيرة. ولوحظت اختلافات مكانية كبيرة يمكن إعادة تحديدها للتغيرات المناخية من الشمال إلى الجنوب فوق ليبيا.

الفاضلي (2012) في أطروحة الماجستير قام بإعداد دراسة شاملة تتعلق بتطور خصائص درجات الحرارة وهطول الأمطار في ليبيا وتحليل السلاسل الزمنية على المستوى الوطني والإقليمي على مدى الخمسين سنة الماضية مما ساعد على تشخيص التوزيع المكاني للاتجاهات المستمرة، علاوة على ذلك حاول تقييم آثار تغير المناخ على محصول القمح. وأشار إلى أن ليبيا شهدت مؤخراً ارتفاعاً في درجات الحرارة بحلول نهاية التسعينيات متأخراً بحوالي 10 سنوات عن بداية الاحتباس الحراري العالمي، والذي كان على أساس معدل طويل الأجل خلال الفترة (1961–2010).

الجدولان (8–1 و 8–2) يوضحان متوسط درجة الحرارة الموسمي والسنوي في ليبيا لفترات زمنية مختلفة، حيث لاحظ وجود اتجاهات إيجابية (النمط الاحترازي) لمتوسط درجة الحرارة السنوية في جميع المحطات المدروسة، كما لاحظ ارتفاع متوسط درجة الحرارة السنوية بمقدار حوالي 0.3 درجة مئوية لكل عقد زمني، مصحوبة بزيادة مطردة في موجات الحرارة. كما شهدت معظم السلاسل احترازاً كبيراً وأقوى في فصلي الصيف والخريف خلال فترة الدراسة مقارنة باتجاهات فصلي الشتاء والربيع الضعيفة وغير المهمة.

الجدولان (8–3 و 8–4) يوضحان البيانات الموسمية وإجمالي هطول الأمطار في ليبيا. حيث تهطل الأمطار في ليبيا في فصل الشتاء والخريف والربيع بينما يبقى فصل الصيف دائماً جاف. لقد تم حساب اتجاهات هطول الأمطار الموسمية في جميع المحطات لفصل الشتاء خلال الأشهر (ديسمبر، يناير وفبراير)، ولفصل الربيع خلال الأشهر (مارس، أبريل ومايو) ولفصل الخريف خلال الأشهر (سبتمبر، أكتوبر ونوفمبر).

جدول (8-1) متوسط درجة الحرارة (م°) الموسمي والسنوي في ليبيا

المحطة	1990-1961					2010-1961				
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي
اجدابيا	13.53	19.94	26.40	22.04	20.47	23.83	20.21	25.99	22.61	20.86
بنينة	13.50	19.14	26.22	21.91	20.18	13.50	19.04	26.28	22.19	20.25
درنة	14.83	17.97	24.95	22.22	19.99	14.92	18.13	25.29	22.57	20.23
الجغبوب	12.89	21.10	28.65	22.26	21.22	13.09	21.25	29.06	22.72	21.46
غدامس	11.72	21.53	31.15	22.28	21.65	11.93	21.96	31.67	23.00	22.12
القريات	11.56	19.69	28.20	20.89	20.00	11.78	20.04	28.60	21.76	20.57
هون	12.23	20.87	28.35	21.82	20.79	12.50	21.19	28.79	22.55	21.26
جالو	14.1	22.24	29.43	23.15	22.22	14.25	22.40	29.89	23.62	22.54
الكفرة	14.12	24.14	30.54	23.48	23.07	14.50	24.56	31.14	24.18	23.59
مصراته	14.52	18.78	26.26	22.91	20.61	14.61	18.96	26.51	23.29	20.84
نالوت	10.64	17.77	27.20	20.22	18.96	10.77	18.19	27.55	20.71	19.31
سبها	13.47	23.93	31.29	24.11	23.21	13.61	24.09	31.55	24.56	23.45
شحات	10.14	15.00	22.54	18.08	16.44	10.12	15.06	22.89	18.41	16.62
سرت	14.49	19.01	25.36	22.57	20.35	14.59	19.14	25.73	23.07	20.64
تازربو	13.43	23.34	29.60	22.98	22.36	13.57	23.51	29.98	23.46	22.65
مطار طرابلس	12.93	19.03	27.53	22.14	20.40	12.99	19.29	27.88	22.60	20.69
طبرق	12.69	18.14	25.20	20.83	19.26	13.29	18.22	25.31	21.56	19.64
يفرن	10.64	17.60	26.96	20.33	18.90	10.69	17.89	27.34	20.75	19.18
زوارة	13.37	17.97	25.46	21.90	19.68	13.71	18.43	26.07	22.58	20.21

جدول (2-8) متوسط درجة الحرارة (م°) الموسمي والسنوي في ليبيا

المحطة	1971-2000					1981-2010				
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي
اجدابيا	13.59	20.06	26.80	22.43	20.72	30.68	20.43	25.85	23.05	21.19
بنينة	13.39	19.03	26.28	22.15	20.21	13.46	19.04	26.37	22.42	20.32
درنة	17.91	25.09	22.38	20.03	35.21	14.91	18.24	25.56	22.81	20.39
الجغبوب	12.77	21.03	28.83	22.55	21.28	13.15	21.33	29.39	23.06	21.64
غدامس	11.86	21.95	31.87	22.93	22.16	12.04	22.52	32.27	23.84	22.67
القريات	11.62	19.76	28.62	21.64	20.44	11.90	20.27	28.97	22.41	20.94
هون	12.25	21.12	28.80	22.45	21.15	12.66	21.60	29.29	23.24	21.74
جالو	13.96	22.34	29.74	23.39	22.36	14.19	22.52	30.25	23.92	22.75
الكفرة	14.21	24.54	30.90	23.92	23.40	14.70	24.95	31.65	24.72	24.01
مصراته	14.58	18.88	26.44	23.26	20.79	14.71	19.15	26.72	23.67	21.07
نالوت	10.70	18.05	27.53	20.61	19.22	10.82	18.67	27.91	21.29	19.68
سبها	13.47	24.11	31.59	24.47	23.39	13.59	24.31	31.88	24.94	23.67
شحات	10.11	15.07	22.90	18.46	16.64	10.03	15.15	23.21	18.66	16.78
سرت	14.44	18.95	25.54	22.92	20.47	14.63	19.29	26.07	23.52	20.89
تازربو	13.27	23.53	29.95	23.27	22.49	13.56	23.69	30.37	23.80	22.87
مطار طرابلس	12.89	19.09	27.77	22.49	20.56	13.01	19.57	28.26	23.14	21.00
طبرق	13.01	17.95	25.06	21.34	19.42	13.85	18.23	25.37	22.21	20.00
يفرن	10.58	17.71	27.37	20.72	19.12	10.76	18.15	27.70	21.12	19.44
زوارة	13.37	18.21	25.95	22.48	20.08	13.99	18.85	26.59	23.31	20.70

جدول (8-3) معدل هطول الأمطار الموسمي والسنوي في ليبيا (مم)

المحطة	1961-1990					1961-2010				
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي
اجدابيا	100.43	16.57	0.05	28.51	145.46	106.99	16.36	0.12	30.22	153.56
بنينة	175.75	38.47	0.52	57.05	269.31	172.65	36.41	0.62	55.89	264.33
درنة	151.49	34.04	4.55	68.28	258.09	159.47	35.05	3.23	63.50	260.20
الجغبوب	10.36	4.68	0.10	2.32	16.70	10.35	4.25	0.07	1.78	15.98
غدامس	8.42	8.73	0.75	6.84	23.70	12.38	9.35	0.78	7.35	28.22
القريات	18.71	13.87	1.78	18.87	52.66	17.20	12.62	1.79	19.24	50.55
هون	8.69	2.44	0.01	3.20	8.86	9.76	2.68	0.01	2.07	9.57
جالو	3.76	2.36	0.01	3.08	8.45	5.12	2.62	0.01	2.02	9.31
الكفرة	1.05	0.51	0.00	0.05	1.61	0.79	0.90	0.00	0.08	1.67
مصراته	141.81	34.16	1.52	105.53	281.83	140.79	36.99	2.01	98.21	277.53
نالوت	90.69	64.30	2.36	42.07	198.23	89.84	54.77	2.55	40.12	186.15
سبها	3.49	1.63	0.51	3.26	8.79	3.26	2.39	0.50	2.95	9.04
شحات	331.50	101.05	4.32	133.37	569.28	325.80	97.78	3.17	126.68	554.30
سرت	97.77	22.09	0.83	71.59	191.44	107.13	23.19	1.04	61.16	191.97
تازربو	0.81	1.47	0.00	0.33	3.08	1.37	1.15	0.00	0.22	2.87
مطار طرابلس	149.66	55.69	1.54	102.87	305.84	138.73	49.19	1.29	85.30	272.27
طبرق	64.60	17.63	0.33	19.33	102.14	83.37	18.62	0.20	24.77	128.61
يفرن	111.51	71.52	3.01	72.36	256.48	125.63	66.86	3.84	61.84	259.26
زوارة	104.51	37.67	0.98	108.76	250.30	105.31	35.13	1.56	88.21	229.41

جدول (8-4) معدل هطول الأمطار الموسمي والسنوي في ليبيا (مم)

المحطة	1971-2000					1981-2010				
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي
اجدابيا	100.43	16.57	0.05	28.51	145.46	102.71	20.42	0.12	33.09	157.35
بنينة	175.75	38.47	0.52	57.05	269.31	171.51	38.62	0.42	62.32	274.80
درنة	151.49	34.04	4.55	68.28	258.09	160.66	38.37	1.06	64.59	264.85
الجغبوب	10.36	4.68	0.10	2.32	16.70	11.94	5.97	0.03	1.24	19.18
غدامس	8.42	8.73	0.75	6.84	23.70	9.82	8.15	0.61	5.41	23.69
القريات	18.71	13.87	1.78	18.87	52.66	19.67	13.75	1.81	16.16	50.61
هون	8.69	2.44	0.01	3.20	8.86	9.29	2.99	0.01	1.97	9.48
جالو	3.76	2.36	0.01	3.08	8.45	4.49	2.89	0.01	1.90	9.28
الكفرة	1.05	0.51	0.00	0.05	1.61	0.91	0.98	0.00	0.13	2.01
مصراته	141.81	34.16	1.52	105.53	281.83	146.13	34.41	2.00	100.22	283.16
نالوت	90.69	64.30	2.36	42.07	198.23	97.97	66.42	2.65	45.90	213.34
سبها	3.49	1.63	0.51	3.26	8.79	4.30	2.67	0.23	1.45	8.65
شحات	331.50	101.05	4.32	133.37	569.28	306.60	99.53	2.14	127.24	536.68
سرت	97.77	22.09	0.83	71.59	191.44	110.59	25.37	0.60	70.61	207.12
تازربو	0.81	1.47	0.00	0.33	3.08	2.29	1.33	0.00	0.09	3.71
مطار طرابلس	149.66	55.69	1.54	102.87	305.84	142.10	57.70	0.75	92.69	293.11
طبرق	64.60	17.63	0.33	19.33	102.14	82.97	20.14	0.20	27.45	131.22
يفرن	111.51	71.52	3.01	72.36	256.48	121.38	77.62	4.73	64.38	268.14
زوارة	104.51	37.67	0. 98	108.76	250.30	115.96	38.87	1.15	94.10	249.78

لقد شهد هطول الأمطار على المستوى الوطني انخفاضاً ملحوظاً منذ منتصف القرن الماضي، بمقدار 10٪ لكل عقد، بالإضافة إلى انخفاض في عدد الأيام الممطرة بمقدار حوالي نصف يوم كل 10 سنوات.

متوسط سنوات الجفاف بلغ 16 سنة، في حين كان عام 2010 أكثر الأعوام جفافاً من حيث الظروف المناخية خلال الفترة (1981–2010)، وبلغ معدل الفيضانات التي حدثت في تلك الفترة حوالي 13 فيضاناً.

تتوقع سيناريوهات تغير المناخ انخفاضاً كبيراً في كميات هطول الأمطار فوق ليبيا تصل إلى 40٪، وزيادة في بعض الظواهر المناخية المتطرفة الأخرى، مثل الفيضانات والفيضانات المفاجئة والجفاف وموجات الحرارة، من حيث الشدة والحجم.

وأشار كذلك بأن ليبيا هي من بين أكثر الدول عرضة لتأثيرات تغير المناخ في العالم بسبب ندرة المياه فيها، وزيادة التقلبات في درجات الحرارة بين فصول السنة، إضافة إلى الظواهر الجوية القاسية مثل الجفاف والفيضانات، مع وجود شريط ساحلي طويل. وسرد أكثر الآثار السلبية لتغير المناخ التي يمكن أن تحدث في ليبيا وهي:

- زيادة أوقات السخونة والجفاف في المستقبل.
- الفيضانات والتعرية الساحلية.
- زيادة امتداد رقعة وشدة التصحر.
- زيادة وتيرة شح المياه وتدهور نوعيتها.
- تراجع الإنتاج الزراعي.
- فقد العديد من النظم البيئية القيمة.
- تدهور إستخدامات الأراضي.

8-3- مؤشرات التغير المناخي في ليبيا

في تقرير غير منشور حدد الفاضلي (2020) بعض مؤشرات التغير المناخي في ليبيا أهمها:

1- إنخفض معدل هطول الأمطار السنوي في ليبيا بشكل ملحوظ وشبه مستمر، حيث بلغ معدل الانخفاض حوالي 13٪ بمعدل قدر بحوالي 1٪ لكل عقد من الزمن خلال الفترة 1901 – 2019، أضف إلى ذلك فإن المعدلات المناخية لمدة 30 عام الماضية (1991-2020) كانت هي الأقل أمطاراً مقارنة بنظيراتها منذ سنة 1901، حيث شحت عن معدلاتها في القرن الماضي (1901 – 2000) بحوالي 8.5٪، بينما تم تصنيف العقدين الأخيرين (2001 – 2010) و (2011 – 2020) على أنهما الأسوأ حيث شح فيهما هطول الأمطار على البلاد.

2- عدد الأيام الممطرة على البلاد شهدت تناقصاً خلال الفترة من 1961 إلى 2010 وصل إلى 2٪ لكل عشرة سنوات، ومن المرجح أن يتعرض انتاج الحبوب في المناطق الغربية انخفاظاً كبيراً يصل ألى 35٪ خلال العشر سنوات القادمة، وذلك تحت ظروف سيناريوهات التغير المناخي الأقل تفاؤلاً.

3- شهدت درجات الحرارة السنوية على ليبيا ارتفاعاً ملحوظاً ومستمراً بلغ حوالي 0.92 درجة مئوية خلال الفترة 1901-2019 ، بمعدل تزايد قدر بحوالي 0.08 درجة مئوية لكل عقد ، وهو ما يتوافق تقريباً مع الزيادة التي شهدتها الكرة الأرضية خلال الفترة 1880 – 2019، والتي تقدر بأكثر من 1.0 درجة مئوية، كما شهدت درجات الحرارة العظمي ارتفاعاً ملوحظاً خلال 30 سنة الماضية (1991-2020) مقارنة بالسنوات التي قبلها بنحو 0.74 درجة مئوية. كما صنفت آخر ثلاثة عقود كأحر 30 سنة شهدتها البلاد، وهي على التوالي (2001-2010) و (2011-2020) و (1991-2000).

4- ستتعرض الأجزاء الشمالية من البلاد لمخاطر الجفاف إلى حد كبير خلال الفترة من 2020 إلى 2050 نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار.

5- حوالي 82٪ من مساحة الغطاء النباتي في ليبيا (حوالي 7٪ من مساحة البلاد) قد تعرض لمخاطر الجفاف الشديد جداً بفعل التغيرات المناخية خلال الفترة من 2000 إلى 2014.

6- تعتبر الفيضانات التي اجتاحت مناطق غات في أقصى الجنوب الغربي لليبيا خلال الفترة من 1 إلى 6 يونيو 2019 (شكل 8-5) من أقوى مؤشرات تطور التغير المناخي الحديث على ليبيا، حيث تم تصنيفها من أعنف الفيضانات المتطرفة والغير مسبوقة مناخياً على الأقل منذ حوالي 130 سنة ماضية، مع العلم بأن المنطقة شهدت حوالي 26 فيضاناً مختلفاً ليست بنفس حجم هذا الفيضان الذي سبب اضراراً وخسائر مادية وبيئية.

فقد سبب هذا الفيضان في حدوث الأضرار التالية:

- حدوث أضرار لمعظم السكان، مما سبب في نزوح أكثر من 600 أسرة (حوالي 1500 نازح).
- وفاة أربعة أشخاص من ضمنهم ثلاث أطفال، وحدوث أضرار بسيطة لأكثر من 30 شخص أخرين.
- ظهور الأمراض ومن ضمنها الإسهال الحاد نتيجة تلوث مياه الشرب في المنطقة.
- انقطاع الاتصالات، والتيار الكهربائي عن غات والمناطق المجاورة لها.
- جرفت السيول أشجار النخيل وغمرت المياه الطرق والمنازل، وهذا سبب لجو بعض السكان إلى أسطح المباني ونزوح العديد من المواطنين من بيوتهم.



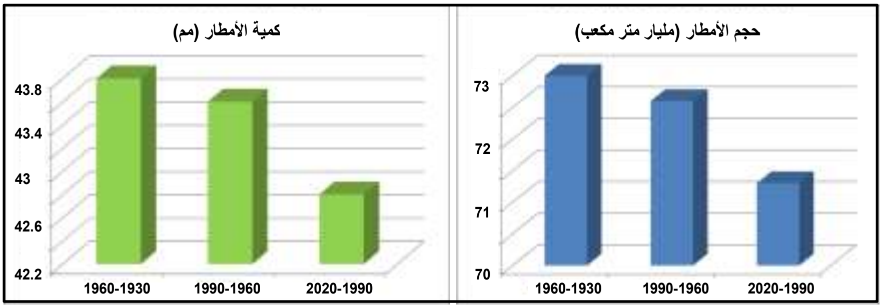
شكل (8-5) صور للفيضانات التي اجتاحت مناطق غات
خلال الفترة من 1 إلى 6 يونيو 2019

7- ظهور دوامات كبيرة غير عادية (شواهق مائية)، وهي عبارة عن مسطح مائي دائري على بعض السواحل الليبية، خاصة خلال السنوات العشر الماضية، مما يشير إلى تغير دراماتيكي في معدلات درجات حرارة سطح البحر بالقرب من السواحل الليبية. ظهرت هذه الدوامات على سبيل المثال أربعة مرات خلال عام

2015، في يناير على شواطيء مدينة طرابلس وتاجوراء، وفي مايو على شواطيء غرب مدينة البيضاء، وفي اغسطس على شواطيء مدينة مصراتة، وفي اكتوبر على منطقة أبونجيم بعد عبورها من البحر إلى اليابسة، بالاضافة إلى تكرر ضهور شواهق مائية على شواطيء بعض المناطق، حيث ظهرت في اكتوبر 2017 على شواطىء مدينة طرابلس، وفي اكتوبر 2019 على شواطىء مدينة زليتن، وفي يناير 2020 على شواطىء مدينة الزاوية، وهي تنتمي إلى عائلة الأعاصير البحرية وتطورها يشير إلى إحتمال إشتداد قوتها مستقبلاً وتغطيتها لمساحة أكبر بحراً وبراً، وقد تسبب في حدوث أضرار وخسائر كبيرة.

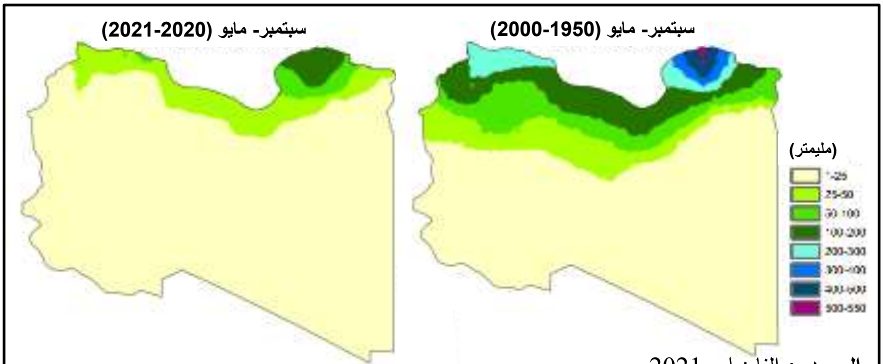
الفاضلي (2021) في العرض المرئي الخاص بتقييم موسم الأمطار 2020-2021 في ليبيا والذي قدمه في المنتدى العربي حول ندرة المياه وحصادها وأثرها الاجتماعي والاقتصادي والبيئي على التنمية المستدامة وضح كميات وأحجام مياه الأمطار، وتوزيعها الموسمي خلال الفترات 1930-1960 و 1960-1990 و1990-2020، كما هو مبين في شكل (8-6). كما توضح الخرائط في شكل (8-7) الانخفاض في متوسط هطول الأمطار خلال موسم الأمطار 2020-2021 مقارنة بمتوسط هطول الأمطار خلال الموسم 1950-2000.

يوضح شكل (8-8) الاتجاه العام للسلسلة الزمنية الموسمية لهطول الأمطار خلال الفترة من 1901 إلى 2021، بينما يوضح شكل (8-9) أجف وأرطب 10 سنوات في تاريخ التسجيلات المناخية في ليبيا خلال الفترة 1901-2021.



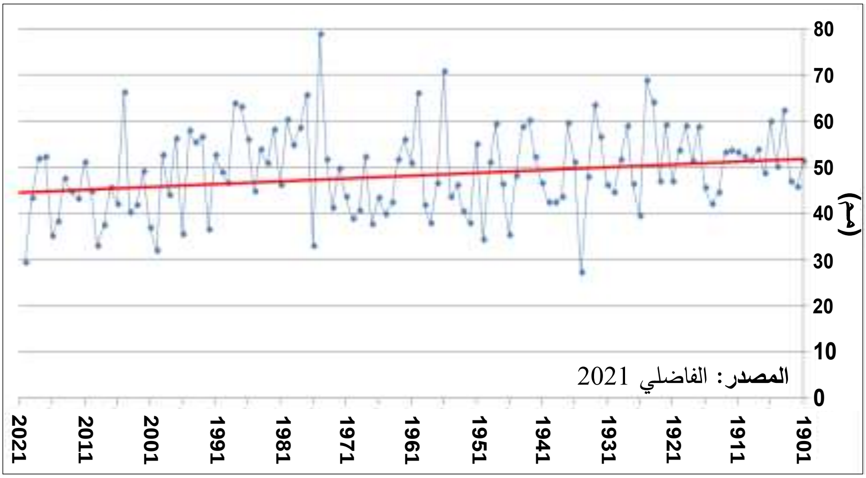
المصدر: الفاضلي 2021

شكل (8-6) حجم وكمية الأمطار خلال الفترة 1930-2020

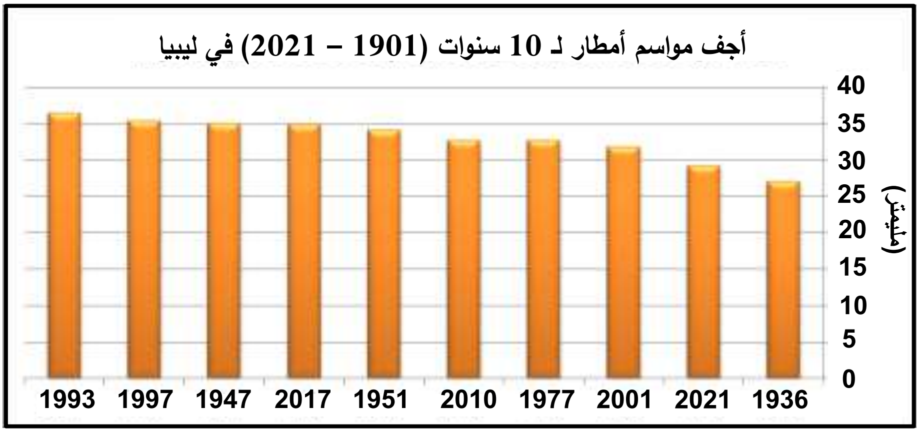


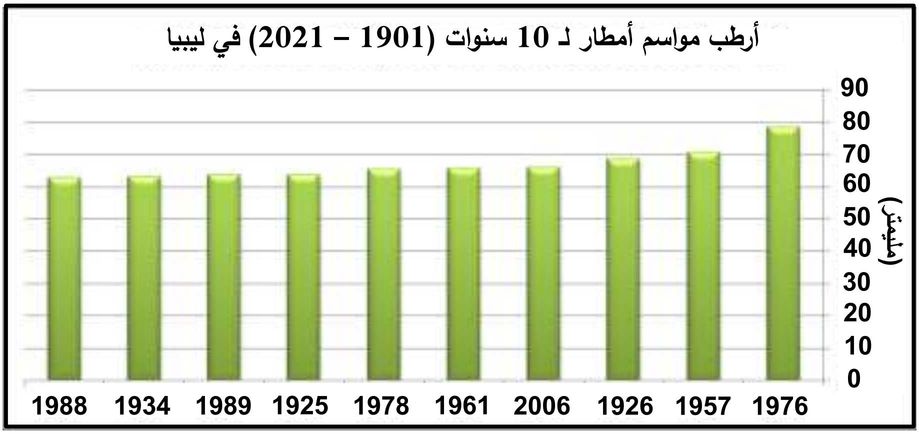
المصدر: الفاضلي 2021

شكل (8-7) أمطار الموسم (2020-2021) مقارنة بالأمطار خلال الفترة (1950-2000)



شكل (8-8) الاتجاه العام والتغير الزمني للأمطار الموسمية (1901-2021)





المصدر: الفاضلي 2021

شكل (8–9) أجف وأرطب 10 سنوات في تاريخ التسجيلات المناخية في ليبيا

من خلال هذا الشكل يمكن ملاحظة بأن أسوء حالات الجفاف التي مرت بها البلاد خلال الفترة 1901–2021 كانت على النحو التالي:

- 6 سنوات خلال الفترة من 1991 إلى 2021.
- 4 سنوات خلال الفترة من 2001 إلى 2021.
- 2 سنوات خلال الفترة من 2011 إلى 2021.

أما أرطب 10 سنوات مرت بها البلاد فكانت معظمها قبل عام 1990، أي أن الثلاث عقود الأخيرة تعتبر أجف السنوات التي مرت بها البلاد منذ 1901.

8-4- تأثير التغير المناخي

من خلال ما تم عرضه يمكن تلخيص بعض الآثار الناجمة عن التغير المناخي في ليبيا فيما يلي:

- ندرة المياه (نقص المياه) وطول فترات الجفاف ستكون من أكثر الاخطار المناخية التي قد تشهدها البلاد، وستؤدي إلى موت الكثير من الاشجار والمزروعات، وستوثر على الغطاء النباتي مما سيؤدي إلى اتساع رقعة الصحراء (التصحر)، وزحف الرمال، وانخفاض الإنتاج الزراعي والحيواني الذي بدوره سيهدد الأمن الغذائي.
- عدم توفر المياه بالكمية والنوعية المناسبة للاستخدامات المختلفة سيكون له تأثير على التنمية الحضرية والزراعية والصناعية.
- نتيجة لانخفاض معدلات هطول الأمطار خلال الموسم (2020-2021) وارتفاع درجات الحرارة مع زيادة معدلات التبخر، أدى ذلك إلى جفاف بعض بحيرات السدود، على سبيل المثال ما حدث لبحيرة سد وادي كعام في منطقة الخمس من جفاف كامل للمياه المحجوزة خلف السد كما يظهر في الصورة التي التقطت في 9 اغسطس 2021 (شكل 8-10). علماً بأن متوسط الحجم السنوي للمياه المحتجزة خلف هذا السد حوالي 13 مليون متر مكعب.
- يعتمد نجاح الزراعة البعلية في المناطق الجبلية المتمثلة في محاصيل الحبوب كالقمح والشعير، بالإضافة إلى أشجار الزيتون والتين والنخيل على كمية الأمطار وانتظام توزيعها خلال الموسم المطري، كما تعتمد تربية الماشية



شكل (8-10) جفاف بحيرة سد وادي كعام فى اغسطس 2021

على الأمطار، حيث تؤدي ندرتها إلى فقر مناطق المراعي وهذا بدوره سيؤدي إلى الإعتماد على الأعلاف، مما يزيد من تكلفة الإنتاج الحيواني.

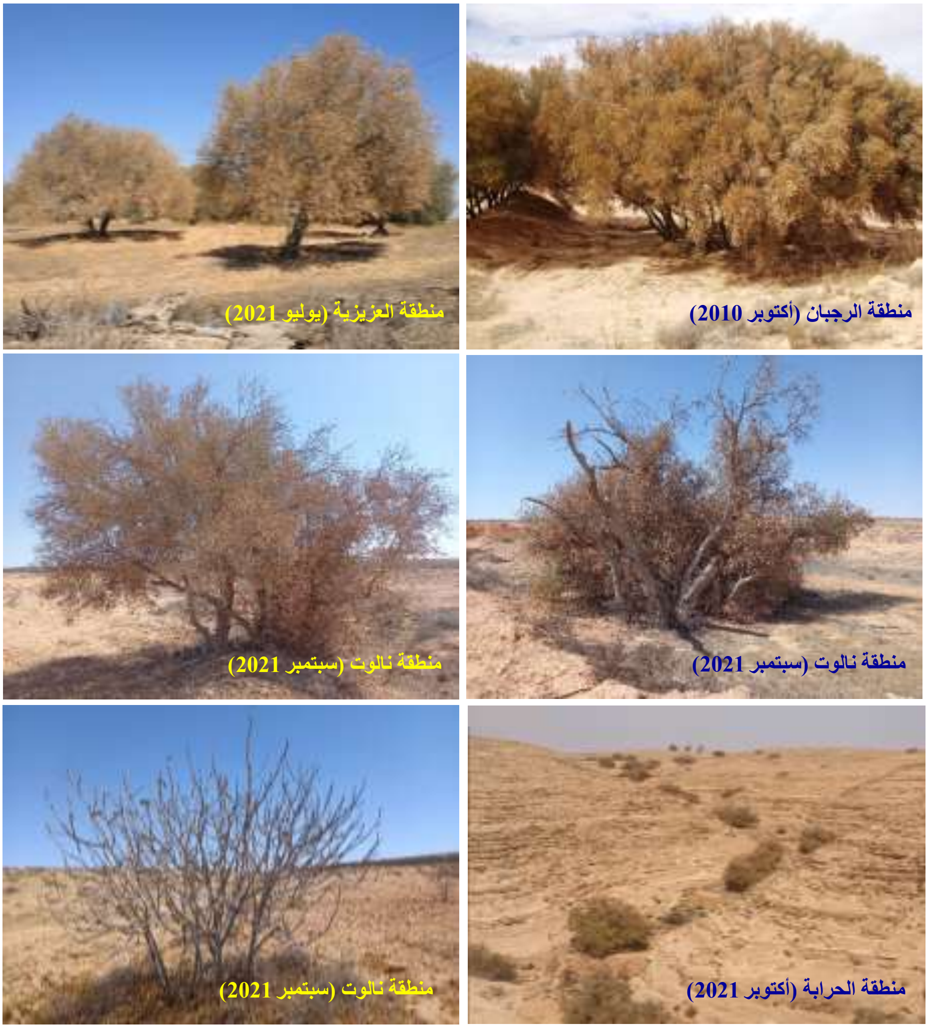
- أكدت بعض الدراسات العلمية في دول الجوار أن ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة، وقلة توافر المياه، وانخفاض معدلات هطول الأمطار نتيجة التغيرات المناخية، سيقلل من صافي إنتاجية المحاصيل الزراعية، وسيؤدي إلى زيادة الآفات والأمراض النباتية.

- في المناطق الجنوبية ستؤثر درجات الحرارة المنخفضة في الشتاء وارتفاعها لفترات طويلة في شهر يوليو على إنتاج النخيل من تمور.

- تسبب ارتفاع درجات الحرارة فوق المعدلات العادية وانخفاض معدلات هطول الأمطار إلى:

  - جفاف بعض الأشجار وتحول الأوراق إلى اللون البني وتساقطها ويمكن أن يؤدي إلى موت هذه الأشجار وهذا ما حدث لبعض أشجار الزيتون في بعض المناطق. شكل (8-11) يوضح جفاف أشجار الزيتون في منطقة الرجبان (جبل نفوسة) في 2010، وفي منطقة العزيزية (سهل الجفارة) في 2021، وفي الحرابة (جبل نفوسة) في 2021، وكذلك

أشجار الزيتون وأشجار التين في منطقة نالوت (جبل نفوسة) في 2021.



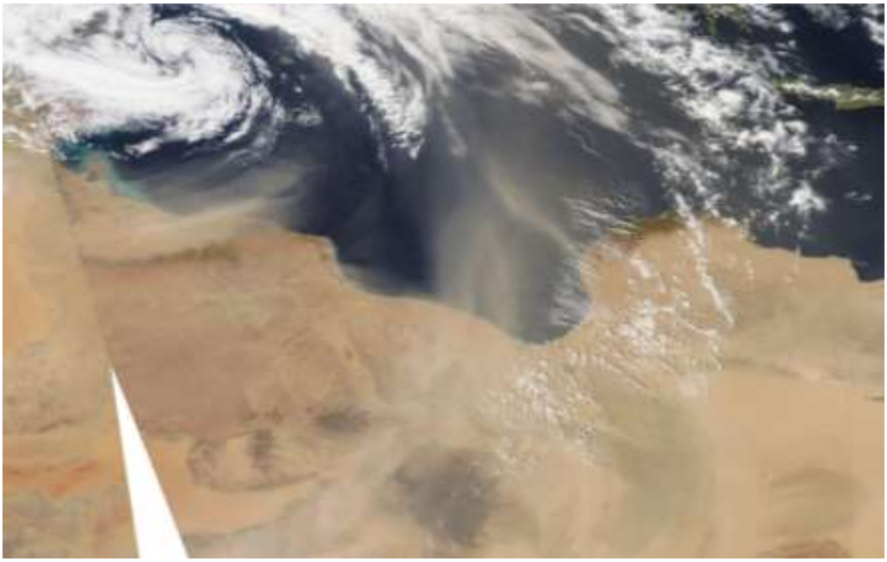
شكل (8-11) جفاف بعض الأشجار وتحول الأوراق إلى اللون البني وتساقطها

- زيادة احتياج المحاصيل الزراعية للمياه نتيجة فقد الماء من سطح التربة عن طريق عملية البخر، وفقد الماء من النباتات عن طريق عملية النتح، مما سيؤدي إلى زيادة استهلاك المياه في الري.
- تلف بعض المحاصيل الزراعية، ومثال لذلك ما حدث في شهر اغسطس 2021 من جفاف كامل لحقل محصول الذرة في منطقة جنوب طرابلس (شكل 8-12).



شكل (8-12) تلف حقل الذرة في منطقة جنوب طرابلس في اغسطس 2021

- جفاف بعض العيون المائية، وقلة إنتاجية أغلبها في مناطق جبل نفوسة والجبل الأخضر خلال موسم الأمطار (2020-2021).
- كما يؤدي قلة هطول الأمطار وتناقص معدلاتها، وانعدامها في بعض الأحيان إلى جفاف التربة مما يسبب في كثرة حدوث العواصف الرملية وانتشارها على مساحات شاسعة، وقد تتجاوز الساحل الليبي في اتجاه الشمال (شكل 8-13)، وهذا ما تم ملاحظته مؤخراً في بعض المناطق (شكل 8-14).



المصدر: القمر الصناعي أكوا التابع لناسا

شكل (13) عاصفة رملية تجتاز الساحل الليبي في اتجاه الشمال (12 أبريل 2009)



شكل (8-14) عاصفة رملية في منطقة مزدة (أكتوبر 2021)

- لا توجد علاقة مباشرة بين التغير المناخي وحدوث الحرائق، ولكن هناك علاقة ارتباط بين الارتفاع الكبير لدرجات الحرارة ووقوع بعض الحرائق في بعض المناطق. ارتفاع درجات الحرارة قد يكون أحد أهم الاسباب في سرعة انتشار الحرائق، حتى لو كان سببها الإنسان.

بسبب موجة الحر التي شهدتها عدة مناطق في ليبيا تم تسجيل حدوث حرائق في مزارع النخيل في بعض المناطق (شكل 8-15) نذكر منها:

- شب حريق في مزارع النخيل بمنطقة مرادة في مساحة حوالي 2 كيلومتر مربع وأحرق حوالي 1000 شجرة نخيل في 14 فبراير 2021.
- الحريق الذي نشب في مشروع ايسين الزراعي في منطقة غات في 26 يونيو 2021، والذي أدى إلى احتراق مزارع أشجار النخيل وسبب في خسائر اقتصادية كبيرة.
- حدوث حريق في عدد من مزارع النخيل في مدينة زلة أدى إلى احتراق أكثر من 900 نخلة بتاريخ 3 أغسطس 2021.

- قد تؤدي ندرة المياه إلى صراع سياسي وخلافات بين الدول التي تتقاسم أحواض المياه المشتركة.



شكل (8-15) حرائق في مزارع النخيل في بعض المناطق من ليبيا

الفصل التاسع – إدارة الموارد المائية

(المؤسسات والتشريعات والاستراتيجيات المائية)

9-1- مقدمة

إن أهمية توفير المياه بالكمية والنوعية المطلوبة والمحافظة على ما هو متاح يحتم على الدولة إدارة الموارد المائية من خلال إعداد سياسة مائية محددة المعالم تقوم على قاعدة علمية، وتعتمد على تقييم مستمر للموارد المائية، وتتضمن آليات مستمرة لمواجهة تحديات الوضع المائي وعلاقته بالسياسات التنموية والبيئية، وذلك لتحقيق التنمية المستدامة والشاملة للموارد المائية بحيث تفي باحتياجات الحاضر والمستقبل.

لتحقيق الاستفادة القصوى من الموارد المائية المتاحة المتمثلة في الموارد المائية التقليدية المتجددة وغير المتجددة والموارد المائية غير التقليدية (تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي)، فإن الأمر يتطلب أعداد سياسة مائية تتضمن المخططات والبرامج اللازمة لتقييم وإدارة الموارد المائية إدارة متكاملة بهدف استثمارها الاستثمار الأمثل والاستمرار في تنميتها بأساليب واعية ورشيدة، واتخاذ التدابير اللازمة لمواجهة التحديات التي تعترض إدارة هذه الموارد لتوفير الاحتياجات الحالية والمستقبلية بالكمية والنوعية المطلوبتين لأطول مدة ممكنة والمحافظة عليها وحمايتها للحد من المشاكل التى تعيق تحقيق الاستفادة من هذه الموارد وتقليل الآثار السلبية على البيئة وزيادة العوائد الاقتصادية على المجتمع دون الإخلال بالتوازن بين المواد المائية المتاحة والطلب عليها.

9-2- التحديات التي تواجه إدارة الموارد المائية في ليبيا

- الموقع الجغرافي لليبيا المتميز بمناخ صحراوي جاف في معظم المناطق مع قلة معدلات سقوط الأمطار، وعدم انتظامها في معظم الأحيان.
- تغطي الصحراء ما يزيد عن 85% من مساحة البلاد (جزء من الصحراء الكبرى).
- افتقار الدولة إلى مصادر المياه السطحية دائمة الجريان، والاعتماد على المياه الجوفية.
- ضعف مساهمة قطاع التحلية (تحلية مياه البحر والمياه الجوفية المالحة) في سد بعض الاحتياجات المائية، هذه المياه هي مورد مهم جداً لتضييق الفجوة القائمة بين الموارد المائية المتاحة والحاجات المستقبلية خاصة في المناطق الساحلية حيث يتركز معظم سكان ليبيا، وكذلك المناطق التي لا يوجد بها مياه جوفية عذبة.
- إهمال معالجة مياه الصرف الصحي، حيث لا يتجاوز نسبة ما يتم معالجته فعلياً إلى إجمالي كمية المياه المطلوب معالجتها 3٪ ، والباقي يتم ضخه للبحر وللأحواض الترابية أو الآبار السوداء، وفي مجاري الأودية الموسمية لتصبح من أخطر مصادر التلوث.
- معظم المصادر المتاحة اقتصادياً في بعض المناطق قد تم تنميتها للحد الأقصى مند سنوات طويلة.
- الطلب على المياه يزداد استجابة للنمو السكاني وما يصاحبه من توسع عمراني متسارع وتوسع في الأنشطة الزراعية والصناعية.
- اتساع الرقعة الجغرافية لليبيا وطبيعة تضاريسها ومناخها وتوزع السكان وانتشارهم في تجمعات كثيرة ذات كثافات سكانية مختلفة، بالإضافة إلى

ارتفاع مستوى المعيشة، يتطلب تخطيط سليم ويحتاج إلى موارد مالية كبيرة وتنسيق للجهود المبذولة من أجل استثمار الموارد المائية.

- غياب التنسيق بين الجهات والمؤسسات المعنية بقضايا المياه في ليبيا، خاصة فيما يتعلق بربط السياسات المائية بالسياسات الزراعية والصناعية والاقتصادية، والمساهمة في التخطيط الاستراتيجي لإدارة الموارد المائية بشكل متكامل مع القطاعات المستهلكة.
- هدر واستنزاف الموارد المائية واستهلاكها غير المرشد في جميع المجالات خاصة قطاع الزراعة.
- العجز في الميزان المائي الذي سيتطور مع زيادة الطلب على المياه والذي ينذر بحدوث أزمة مياه حادة تستوجب الدراسة وإقتراح المعالجات اللازمة لذلك.
- العجز في الإمداد المائي للاستعمالات الحضرية، تراوحت نسبه ما بين 2% إلى 81% نتيجة النقص الحاد في المياه وعدم توفرها بالكمية والنوعية المطلوبتين في بعض مدن البلاد.
- تناقص حصة الفرد من المياه العذبة المتجددة والمتاحة للإستخدامات المختلفة في ليبيا حتى أصبحت أقل من المعدل الذي حددته الأمم المتحدة لقياس مستوى الفقر المائي للدول (1000 متر مكعب سنوياً)، والتي قدرت بحوالي 95 متر مكعب/فرد/السنة في سنة 2015م، ويتوقع أن تصل إلى أقل من 70 متر مكعب/فرد/السنة في سنة 2030م.

كما أن نصيب الفرد من كل المياه الجوفية المتاحة (العذبة المتجددة وغير المتجددة) حوالي 1066 متر مكعب/فرد/السنة عام 2015م، وسيصل إلى حوالي 750 متر مكعب/فرد/السنة في سنة 2030م.

- انتشرت في الأونة الأخيرة وبشكل كبير ظاهرة مصانع تحلية وتعبئة المياه وبيعها بدون ترخيص أو رقابة أو معرفة مدى توفر الشروط الصحية اللازمة لإنتاج وتعبئة وبيع هذه المياه، بالإضافة إلى انتشار ظاهرة اقتناء أجهزة التحلية والتنقية المنزلية التي تعمل بنظام التناضح العكسي.

المياه المنتجة من المصانع أو من التحلية المنزلية لم يراعى فيها نوعية هذه المياه (تركيز الأملاح الذائبة، والعناصر الأساسية في المياه)، ومدى صلاحيتها من الناحية الصحية، خاصة وأن هذه المياه منخفضة الملوحة أي أنها مياه شبه مقطرة، وخالية من بعض العناصر الكيميائية المهمة لجسم الإنسان، علماً بأن ما يتم صرفه من المياه يقدر بحوالي ثلثي كمية المياه المستخدمة، وهي مياه شديدة الملوحة.

- عدم تطبيق القوانين والتشريعات، وعدم شمولية هذه التشريعات لكافة جوانب قضايا المياه، وضعف إدارة الرقابة المتعلقة بحسن تنظيم واستغلال وحماية الموارد المائية، ساهم في انتشار ظاهرة الحفر العشوائي لآبار المياه في كل مكان (في البيوت، والمزارع، وفي الشوارع أمام المحلات وعلى ارصفة الطرقات)، وبدون ترخيص أو مواصفات فنية، وضخ المياه الجوفية دون مراقبة أو متابعة، وانتشار المزارع الخاصة (العشوائية) في جميع المناطق بهدف إنتاج محاصيل لغرض الربح المادي، وبإستخدام نظم الري التي لا تتناسب مع البيئة الليبية. بالإضافة إلى انتشار المصانع التى تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه، وما يقابله من صرف للمخلفات السائلة والصلبة دون الأخذ في الاعتبار الآثار البيئية والصحية المترتبة على ذلك.
- محدودية الوعي بقضايا المياه وانتشار الممارسات والسلوكيات الخاطئة في التعامل مع المياه على مستوى الفرد والمجتمع وضعف القدرات المؤسساتية والبشرية وتدني مستوى التدريب في مجال المياه.

- ضعف دور البحث العلمي في تطوير قطاع المياه ونقل وتوطين التقنيات الحديثة في مجال إنتاج وتنمية وإدارة الموارد المائية.
- استفحال خطر التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة (تصريف مياه الاستعمال الحضري ومخلفات المصانع السائلة والصلبة بدون معالجة، انتشار البيارات (الآبار السوداء) بدون تبطين، واستخدام المبيدات الكيميائية، وانتشار مكبات القمامة، وتصريف المياه المصاحبة للنفط على هيئة بحيرات في مناطق حقول النفط بات يهدد مواردنا المائية المحدود، وسيكون له تأثير سلبي على الصحة والبيئة والاقتصاد.

9-3- أساليب ووسائل إدارة الموارد المائية

هناك عدد من الأساليب الفنية والوسائل المؤسساتية والتشريعية التي يمكن تطويرها وتحسينها لتحقيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية، وتشمل ما يلى:

9-3-1- الوسائل الفنية

تشمل الوسائل الفنية التقنيات التالية:

أ- النماذج الرياضية (Mathematical modelling)

استخدمت تقنية النماذج الرياضية على نطاق واسع لتنظيم استغلال المياه الجوفية، وتعتبر من افضل الاساليب المستعملة في الدراسات الهيدروجيولوجية التفصيلية لما توفره من نظرة تحليلية تجميعية لكافة المعطيات المتوفرة حول الخزان الجوفي المائي، كما يمكن تطويعها للعديد من التصورات المتعلقة بخطط الاستثمار وتعطي في كل هذه الحالات حلولاً يمكن المقارنة بينها.

يتم إســـتخدم نظام المحاكاة (Simulation model) لمحاكاة النظام المائي الجوفي أو السطحي ولتحسين المعرفة عن حركة المياه الجوفية والتنبؤ عن التغيرات التى تطرأ على الخزانات الجوفية نتيجة استثمار الموارد المائية. أما نماذج الإدارة (Management model) فيمكن إســـتخدامها لإجراء عملية المقارنة والاختيار وترتيب بدائل الحلول تبعا لمدى موافقتها لأهداف التخطيط، ويتم تغذية النموذج بالتأثيرات المترتبة على تنفيد البدائل المقترحة.

كانت بداية إستخدام النماذج الرياضية في ليبيا مند أوائل السبعينيات محدودة جداً في بعض مشاريع الدراسات العليا خارج ليبيا، وبعض الداسات المعدة من قبل بعض المكاتب الاستشارية والشركات المتخصصة في هذا المجال، حيث أصـــبح بعد ذلك اســـتخدام هذه التقنية بتوســـع وفي أغلب الدراســـات الهيدروجيولوجية التفصـــيلية بهدف التعرف على المخزون الجوفي للخزانات الجوفية، وكميات المياه التي يمكن ســـحبها دون التأثير ســـلبا على هذا المخزون الجوفي، والتوزيع والتصـــميم الأمثل لحقول آبار المياه بالأحواض المائية الرئيســـية في ليبيا. حيث اســـتخدمت العديد من النماذج الرياضـــية المعروفة، أثناء تنفيذ هذه الدراســـات منها النماذج الرياضـــية ثنائية الأبعاد والنماذج الرياضـــية ثلاثية الأبعاد ذات العناصـــر المتناهية والمختلفة يتم معايرتها بمرحلتي الاســـتقرار واختبار الحســـاســـية للوصـــول بها إلى تمثيل الظروف الهيدروجيولوجية للخزانات الجوفية.

والأمثلة على ذلك كثيرة أخرها ما قامت به الهيئة العامة للمياه خلال السنوات 2008 – 2010 بتحديث النماذج الرياضية لحوض مرزق، وحوض السرير ومنطقة تازربو، وحوض الكفرة ومنطقة الجغبوب، بهدف تقييم الموارد المائية في هذه الأحواض، ووضع الخطط اللازمة لاستثمار المياه الجوفية، وإقتراح حقول آبار المياه وتوزيعها لاستغلال الموارد المائية في هذه الآحواض.

ب- نظام المعلومات الجغرافية (Geographic information system (GIS

وهو عبارة عن نظام يعتمد على مجموعة مترابطة من البرامج التى تقوم بتخزين وتحليل واظهار وعرض وتطوير المعلومات، ويوفر هذا النظام وسيلة قوية وفعالة لعملية تكامل المعلومات من أجل تفهم أفضل للمشكلات المائية والآثار الناتجة عن الاستثمار، ويساهم كذلك في بناء الإطار الهيدروجيولوجي اللازم لاعداد النماذج الرياضية، خاصة وأن برمجيات النماذج الرياضية لديها خاصية استجلاب الملفات والخرائط المعدة بنظام المعلومات الجغرافية، مما ساعد وسهل في تجهيز البيانات والمعلومات اللازمة لإعداد الخرائط المطلوبة لتنفيذ النموذج الرياضي مثل خرائط مواقع الآبار، سمك الطبقات الحاملة للمياه، المستوى البيزومتري لمناسيب المياه، معامل الإمرارية، الموصلية الهيدروليكية، نوعية المياه للخزانات الجوفية، وحدود النموذج الرياضي بمنطقة الدراسة وسهلت كذلك عرض نتائج هذه النماذج.

ويعتبر نظام المعلومات الجغرافية من أهم الوسائل الضرورية لرسم السياسات، وتقييم وتخطيط وإدارة الموارد المائية، وذلك بسبب الموثوقية والسرعة والشمولية التى يؤمنها، وكذلك الحجم الكبير من البيانات التى يعالجها.

وتعتبر قواعد المعلومات (Database) جزء لا يتجزأ من نظام المعلومات الجغرافية التي تسمح للمستخدمين بالتعامل مع مجموعة البيانات والمعطيات التى تلبي الاحتياجات المطلوبة لدراسة الانظمة المائية موزعة في أكثر من نظام أو شبكة معلومات أو تجهيزات مختلفة.

ج- الاستشعار عن بعد (Remote sensing)

تعتبر تقنية الاستشعار عن بعد من أحدث التقنيات المستخدمة في استكشاف ودراسة الموارد الطبيعية والظواهر البيئية المختلفة، وكذلك متابعتها ووضع الخطط المستقبلية المناسبة سواء لاستغلال هذه الموارد أو وضع الحلول المناسبة لمواجهة أو التقليل من المشاكل البيئية الناتجة عن استغلال الموارد الطبيعية.

وتظهر أهمية الاستشعار عن بعد في أنها ذات قدرة هائلة على تقديم معلومات كثيرة عن الأرض، والاحتفاظ بهذه المعلومات في أشكال مختلفة (صور وسجلات رقمية) للرجوع إليها، كما أنها تساعد على المراقبة والمتابعة المستمرة للأرض ومواردها وإجراء المقارنات بين فترات زمنية مختلفة.

حيث شهد هذا المجال في ليبيا تطوراً كبيراً في استخداماته وتطبيقاته من خلال انشاء مراكز متخصصة تضم مختبرات لمعالجة الصور الفضائية وترجمتها، تتميز بحداثة أجهزتها ومعداتها وبرامجها، وواكب ذلك تكوين وإعداد مجموعات بحثية تطبيقية متخصصة بحيث تقدم هذه المراكز خدماتها لكل الجهات الأخرى والباحثين في مجال المعلومات وإجراء الدراسات النظرية منها والتطبيقية في المجالات العلمية ذات العلاقة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد.

وقد تم الاتجاه مؤخرا إلى إستخدام تقنية الاستشعار عن بعد في مجالات البحث والتنقيب عن الموارد المائية والدراسات الهيدروجيولوجية وتخريط الموارد المائية واستعمالات الأراضي للزراعة، حيث استخدمت هذه التقنية في ليبيا في الدراسات المتعلقة بالمواضيع التالية:

- دراسة مسارات الأودية القديمة المدفونة للاستفادة منها في الدراسات الهيدروجيولوجية.

- تخريط المياه الســـطحية (مجاري الأودية، البحيرات والســـبخات) واختيار مواقع اقامة السدود.
- دراسة العوامل المؤثرة في عمليات التغذية والجريان السطحي.
- متابعة ومراقبة تلوث المياه والتربة.
- مراقبة التصحر والجفاف وحركة الكثبان الرملية وآثارها على المحيط.
- حصر المساحات المروية.
- إعداد الخرائط الطبوغرافية والحضرية.
- دراســـة الغطاء النباتي وتصـــنيفه والتعرف على درجة تشـــبع التربة بالمياه ومراقبة ملوحتها.

9-3-2- الوسائل المؤسساتية

يقصد بالوسائل المؤسساتية في مجال المياه بالمؤسسات العاملة في مجال المياه وهي تلك التي تغطى النشاطات التى ينهض بها قطاع المياه وهي تشمل تقييم وتخطيط وتنمية وتوزيع وتشغيل وصيانة المشروعات المائية السطحية والجوفية، وكذلك المؤسسات التي تعنى بالموارد المائية غير التقليدية وخاصة تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي تعني بوضع الخطط الوطنية العامة للمياه ومتابعتها، وبتنمية وإدارة ومراقبة الموارد المائية، والرقابة على المصادر المائية للتأكد من حمايتها من الاستنزاف والتلوث، وكذلك بالإضافة إلى المؤسسات التي تقوم بالتعليم والتدريب في مجالات تنمية وإدارة ومراقبة الموارد المائية، والمؤسسات التي تتولى توفير المياه للمستخدمين على اختلاف أنواعهم، وهذه المؤسسات تلعب دوراً هاماً جداً في إنجاح تنفيذ الإستراتيجيات والخطط الوطنية لإدارة الموارد المائية.

فيما يلي سيتم استعراض هذه المؤسسات،واختصاصاتها، وهياكلها التنظيمية، وإمكاناتها وأهم الصعوبات التي تواجهها، وذلك لتحديد قدرتها على تحقيق أهدافها

والإجراءات اللازمة لتطويرها لمواكبة التحديات المائية الحالية والمستقبلية، والمؤسسات هي:

- وزارة الموارد المائية.
- جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي.
- الشركة العامة لتحلية المياه.
- الشركة العامة للمياه والصرف الصحي.
- الهيئة العامة للبيئة.
- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية.
- أجهزة استثمار مياه منظومات النهر الصناعي.
- الشركة العامة للكهرباء.

أ- وزارة الموارد المائية (الهيئة العامة للمياه سابقاً)

أنشئت الهيئة العامة للمياه سنة 1972م بموجب قانون مجلس قيادة الثورة سابقاً رقم (26) لسنة 1972م الصادر بتاريخ 1972/2/12م كهيئة لها الشخصية الاعتبارية المستقلة تتبع رئاسة مجلس الوزراء في ذلك الوقت.

ثم انتقلت الاختصاصات التي كانت تباشرها الهيئة العامة للمياه، وكذلك حقوقها والتزاماتها والاعتمادات الخاصة بها وموظفيها إلى وزارة السدود والموارد المائية سابقاً، التى صدر بتنظيمها قانون مجلس قيادة الثورة سابقاً رقم (3) لسنة 1977م الصادر بتاريخ 1977/2/9م، ثم أعيد تنظيم الأمانات حيث صدر قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً بتاريخ 1979/4/24م والذي يقضي بتنظيم أمانة الاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي وضم اختصاصات أمانة السدود والموارد المائية سابقاً اليها لتظهر بشكل جديد تحت اسم "مصلحة المياه والتربة"، ثم أعيد انشاء الهيئة العامة للمياه بقرار اللجنة الشعبية العامة

سابقاً رقم (249) بتاريخ 1989/2/15م، وأعيد تنظيمها بقرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (757) بتاريخ 1990/8/30م، والمعدل بالقرار رقم (348) لسنة 1998م، حيث شكلت لها لجنة إدارية تتكون من تسعة أعضاء وحددت اختصاصاتها وهيكلها التنظيمي تحت إشراف اللجنة الشعبية العامة للزراعة سابقاً.

ثم بناءً على قرار المؤتمر الوطني العام رقم (10) لسنة 2012م بشأن منح الثقة لتشكيل الحكومة المؤقتة الذي يتضمن انشاء وزارة للموارد المائية، وقرار مجلس الوزراء رقم (31) لسنة 3013م باعتماد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة الموارد المائية وتنظيم جهازها الإداري الذي يشمل الهيئة العامة للمياه، جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، الشركة العامة لتحلية المياه، والشركة العامة للمياه والصرف الصحي.

لم تستمر الوزارة، حيث كانت من ضمن الوزارات التي تم الغائها، وبناءً على قرار مجلس الوزراء رقم (10) لسنة 2016م الخاص بانشاء هيئات عامة، تم انشاء الهيئة العامة للموارد المائية وبنفس هيكلية الوزارة وجهازها الإداري.

ثم صدر قرار المجلس الرئاسي لحكومة الوفاق الوطني رقم (1091) لسنة 2018م بشأن دمج الهيئة العامة للمياه بالهيئة العامة للموارد المائية، وتزاول اختصصاتها من خلال مجلس إدارة ومدير عام حسب القرار رقم (1092) لسنة 2018م.

بناءً على قرار مجلس النواب الليبي بتاريخ 10 مارس 2021م بشأن منح الثقة لحكومة الوحدة الوطنية، صدر قرار مجلس الوزراء لحكومة الوحدة الوطنية رقم (236) لسنة 2021م بتاريخ 2021/07/27م بشأن اعتماد الهيكل التنظيمي وتحديد اختصاصات وزارة الموارد المائية وتنظيم جهازها الإداري الذي يشمل جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي وأجهزة استثمار

مياهه، الجهاز التنفيذي لحفر وصيانة آبار المياه، الشركة العامة لتحلية المياه، والشركة العامة للمياه والصرف الصحي، ومركز المعلومات والتوثيق، وتشرف الوزارة على الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية الخزان الجوفي للحجر الرملي النوبي.

- **اختصاصات وزارة الموارد المائية**

تتلخص اختصاصات الوزارة في الآتي:

- إعداد المخططات والسياسات والاستراتيجيات الخاصة بإدارة الموارد المائية إدارة متكاملة، والمحافظة عليها، وحمايتها من الهدر والاستنزاف والتلوث لتحقيق الأمن المائي الوطني، ومتابعة تنفيذها.
- القيام بالدراسات والبحوث المائية العلمية والتطبيقية، ومتابعة تطور الوضع المائي في ليبيا بهدف استغلال موارد المياه القائمة التقليدية وغير التقليدية الاستغلال الأمثل.
- إعداد خطة وطنية لمواجهة حالات الجفاف الطارئة بالتعاون مع الجهات ذات العلاقة.
- إقتراح بدائل توفير المياه بما يواكب خطة التنمية الوطنية، ومواجهة التحديات والمتطلبات الحالية والمستقبلية للتنمية المستدامة وفق الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة.
- متابعة الأعمال المتعلقة بتصميم وتنفيذ مشروعات تنمية الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية.

- مواكبة التطور العلمي والتقني في مجال دراسة وإدارة وتنمية وتقييم الموارد المائية، وإعداد وإدارة قواعد البيانات والمعلومات الخاصة بالموارد المائية في ليبيا، وتوطين التقنيات الحديثة اللازمة لذلك.
- إعداد المواصفات الفنية لتصميم وتنفيذ وصيانة المنشآت المائية من آبار وسدود وصهاريج حصاد المياه السطحية وخزانات تجميع المياه ومحطات تحلية المياه ومحطات معالجة المياه ومنظومات نقل المياه ومشاريع الري والصرف.
- إقتراح التشريعات الخاصة بالمياه، وتحديثها وتطويرها ومتابعة تنفيذها وذلك بالتعاون مع الجهات المختصة.
- إعداد وتأهيل وتدريب الكوادر البشرية في المجالات الفنية وغير الفنية عالية المستوى لإداء الأعمال المختلفة في قطاعات الوزارة ومكوناتها وأية مشروعات مستقبلية.
- المشاركة والإشراف على إقامة المؤتمرات والندوات وورش العمل المحلية والدولية المتعلقة بالموارد المائية.
- بحث ودراسة ما يقدم من الجهات العامة والخاصة في ليبيا فيما يتعلق باستغلال المياه من حيث الموقع وحجم الاحتياجات وهدف المشروعات وشروط استغلال المصدر المائي.
- إعداد برامج التوعية والإرشاد المائي، ومتابعة تنفيذها من خلال وسائل الإعلام المختلفة بهدف توعية المستهلكين في القطاعين الخاص والعام والأفراد بجميع شرائهم من أجل ترشيد استخدام المياه والمحافظة عليها وحمايتها.

- متابعة التعاون الفني مع الدول والمنظمات الدولية في مجال الموارد المائية ومتابعة الاتفاقيات والمعاهدات والمستجدات الدولية وصناديق التمويل المحلية والإقليمية والدولية في هذا المجال.
- إعداد كوادر فنية مؤهلة لاستغلال الطاقات المتجددة في مجال المياه بالتعاون مع الجهات ذات الاختصاص.
- مراعاة قواعد التشغيل والصيانة الصحيحة في مكونات ومنظومات إنتاج وحفظ وتخزين ونقل المياه والاهتمام بإجراء عمرات الصيانة السنوية والدورية والوقائية.

– التنظيم الإداري لوزارة الموارد المائية

يتكون الهيكل التنظيمي لوزارة الموارد المائية حسب قرار مجلس الوزراء لحكومة الوحدة الوطنية رقم (236) لسنة 2021م من التقسيمات التالية:

- إدارة الدراسات الإقليمية للمياه الجوفية.
- إدارة السدود.
- إدارة الدراسات والبحوث.
- إدارة المشروعات التنموية.
- إدارة التخطيط.
- إدارة تقنية المعلومات.
- إدارة الشؤون الإدارية والمالية.
- إدارة الموارد البشرية.

- **الصعوبات التي واجهت وزارة الموارد المائية (الهيئة العامة للمياه سابقاً)**

واجهت الوزارة (الهيئة العامة للمياه سابقاً) بعض المشاكل والصعوبات التي سببت وستسبب قصوراً في أداء مهامها واختصاصاتها على الوجه المطلوب. هذه الصعوبات يمكن تلخيصها على النحو التالي:

- عدم الاستقرار إدارياً، وتغيير تبعيتها وتنظيمها الإداري وتسميتها باستمرار، مما أثر سلباً على ممارسة اختصاصاتها وأدائها من الناحية الفنية والإدارية.
- قلة الأموال المرصودة لتنفيذ الدراسات في مجال الموارد المائية والحفر الاستكشافي للبحث والتنقيب على مصادر مائية جديدة.
- تدهور حالة الشبكة البيزومترية (شبكة آبار المراقبة)، وعدم تخصيص الأموال اللازمة لإعادة بناء وتطوير هذه الشبكة ومتابعتها دورياً أدى إلى قصور واضح في توفر البيانات اللازمة لمتابعة ما يطرأ من تغيرات في كمية ونوعية الموارد المائية.
- عدم الإهتمام بالتدريب التخصصي، وكذلك عدم توطين التقنيات الحديثة المستخدمة في دراسة وتقييم وإدارة الموارد المائية سبب في نقص شديد في توفر الكوادر المؤهلة في مجال المياه، أدى إلى عدم إمكانية تحديث ومتابعة الدراسات التى استخدمت فيها هذه التقنيات.
- عدم تمكين الوزارة (الهيئة العامة للمياه سابقاً) من ممارسة اختصاصاتها على الوجه المطلوب، وذلك بسبب عدم وجود نص قانوني أو تشريع مناسب يلزم الجهات المستهلكة للمياه بالرجوع إليها وأخذ الموافقة المسبقة لإقامة أي مشروع أو التوسع فيه وفق الإمكانيات المائية المتاحة.
- صدور القانون رقم (9) لسنة 2003م الذي ينص على رفع جميع القيود المفروضة على حفر آبار المياه المنصوص عليها في القانون رقم (3)

لسنة 1982م. وكذلك صدور بعض المناشير والقرارات التي تنص على تشجيع الفلاحين، وتقديم المساعدات الممكنة لهم لاستغلال كافة الأراضي الصالحة للزراعة بأي نوع من أنواع المزروعات والمغروسات التى توفر الغذاء وتشجيعاً لذلك يسمح بحفر الآبار لغرض توفير المياه اللازمة لذلك. بالإضافة إلى إسناد إختصاصات الوزارة (الهيئة العامة للمياه سابقاً) فيما يتعلق بإصدار تراخيص الحفر والإذن بتوصيل التيار الكهربائي للآبار، وكذلك العديد من الاجراءات ذات العلاقة بإدارة الموارد المائية إلى ما كان يعرف باللجان الشعبية بالشعبيات سابقاً، ساهم في انتشار حفر آبار المياه العشوائي وسحب المياه الجوفية بكميات كبيرة وإستخدام المياه لاستخراج النفط دون متابعة مما سبب في إستنزاف الموارد المائية وتلويثها.

ب- جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي

أنشئ جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي طبقاً لأحكام المادة (1) من القانون رقم (11) لسنة 1983م بشأن انشاء جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي الصادر بتاريخ 3 أكتوبر 1983م، وهو جهاز عام بذاته له الشخصية الاعتبارية ويمارس اختصاصاته حسب القانون المذكور.

- **اختصاصات جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي**

يختص الجهاز بتنفيذ خطة التحول المتعلقة بتنفيذ مراحل مشروع النهر الصناعي، ويقوم باتخاذ الإجراءات اللازمة لإقرار المشروعات الخاصة بالمشروع، والعمل على تنفيذها مباشرة أو بالاشتراك مع الغير، ويتولي الجهاز بوجه خاص ما يلي:

- تجميع واستكمال الدراسات والأبحاث الاقتصادية والفنية عن المشروع التي سبق إعدادها وتحليل واستخلاص النتائج التي أسفرت عنها.
- إعداد الدراسات والأبحاث الاقتصادية والفنية للمشروعات المختلفة التي يجب تنفيذها ضمن إطار مشروع نقل المياه الرئيسي، وإعداد التصميمات الهندسية لهذه المشروعات وتحضير مواصفاتها والمستندات الخاصة بالتعاقد على تنفيذها، سواء بأجهزة وإدارات الجهاز أو بالاستعانة بالكليات المتخصصة أو مراكز البحوث والمكاتب الاستشارية الليبية أو بغيرها من الخبرات والمكاتب الاستشارية الأجنبية.
- التعاقد على تنفيذ المشروعات المختلفة التي يجب تنفيذها ضمن إطار خطط ومراحل وبرامج تنفيذ المشروع الرئيسي لنقل المياه للمشروعات المكملة له، وعلى ما يحتاج إليه من مرافق وخدمات مختلفة.
- إدارة وتشغيل المشروع الرئيسي لنقل المياه وما يكمله أو يلحق به من مشروعات ومرافق أخري والقيام بجميع الأعمال والتصرفات اللازمة لذلك.
- التعاقد وإجراء جميع الأعمال والتصرفات التي من شأنها تحقيق الغرض الذي أنشئ الجهاز من اجله، وذلك في نطاق الأعمال المنوطة به.
- إعداد وتكوين الأجهزة الإدارية والمالية والفنية اللازمة لتنفيذ المشروع الرئيسي وما يكمله أو يلحق به من مشروعات ومرافق أخري، أو لإداراتها وتشغيلها بعد الانتهاء من التنفيذ.

- **التنظيم الإداري لجهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي**

طور التنظيم الإداري للجهاز وفقاً لتطور المشروع حيث قسم العمل إدارياً إلى نظام المراحل (إدارة عامة للمرحلة الأولي، وإدارة عامة للمرحلة الثانية، وإدارة عامة للمالية، وإدارة عامة للشؤون القانونية والإدارية). ثم عدل النظام الإداري إلي نشاطات أساسية مثل التخطيط، والدراسات، والتنفيذ، والشؤون المالية، والرقابة والمتابعة، وأخيراً عند مباشرة عمليات التشغيل تم إعادة تقسيم العمل الإداري إلي النشاطات الرئيسية في شكل إدارات عامة وإلي منظومات تخدم كل منظومة رقعة جغرافيه معينة على النحو التالي:

- منظومة السرير/ سرت – تازربو/ بنغازي
- منظومة الحساونة – سها الجفارة
- منظومة القرضابية (سرت) – السدادة
- منظومة غدامس – زوارة – الزاوية
- منظومة الكفرة – تازربو
- منظومة اجدابيا – طبرق

كان الجهاز يدار من قبل لجنة إدارة تتكون من رئيس وأربعة أعضاء وفقا لنص المادة (4) من قانون (11) لسنة 1983م، وقد حددت اختصاصاتها في المادة (5) والمادة (6)، كما حددت اختصاصات رئيسها في المادة (7) من قانون (11) لسنة 1983م. بعد صدور قرار مجلس الوزراء رقم (31) لسنة 3013م باعتماد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة الموارد المائية وتنظيم جهازها الإداري، أصبح جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي يتبع وزارة الموارد المائية، وأصبح يدار عن طريق لجنة تسييرية مؤقتة حسب قرار وزير الموارد المائية رقم (119) لسنة 2014م.

ج- أجهزة استثمار مياه منظومات النهر الصناعي والتي تشمل:

- جهاز استثمار مياه منظومة جبل الحساونة الجفارة.
- جهاز استثمار مياه منظومة المنطقة الوسطى.
- جهاز استثمار مياه منظومة المرحلة الاولى (بنغازي).

- اختصاصات أجهزة استثمار مياه منظومات النهر الصناعي

أوكل إلى هذه الأجهزة مهمة تنظيم واستغلال واستثمار مياه منظومات النهر الصناعي من خلال السياسات والدراسات والخطط والبرامج التنفيذية التي يضعها كل جهاز بما يحقق انتاج الحد الاقصى من المنتجات الزراعية والحيوانية بافضل عائد اقتصادي ممكن من هذا الاستثمار، ومن جملة الأهداف التي يسعى اليها الجهاز:

- احداث تنمية زراعية في بعض المناطق المستهدفة بالاستثمار من مياه هذه المنظومات والتى لم تنمى بعد.
- دعم المشاريع القائمة للمحافظة على الاستثمارات الضخمة في تلك المشاريع واستصلاح وزراعة مساحات من الأراضي، وإقامة المزارع المنتجة للغذاء من أجل زيادة الإنتاج الزراعي وزيادة نسبة الإكتفاء الذاتي من السلع الزراعية الضرورية إضافة إلى ما سيحدث من تغير وتطور بيئ بسبب وجود ظروف جديده مثل الزراعات المروية والغابات والمراعي وزراعة مصدات الرياح وإقامة السدود للمحافظة على التربة والموارد الزراعية وتنميتها.
- إيجاد تنمية شاملة اقتصادية واجتماعية وبيئية تعود بالفائدة والنفع على جميع أفراد المجتمع.

- **التنظيم الإداري لأجهزة استثمار مياه منظومات النهر الصناعي**

تتولي إدارة هذه الأجهزة لجنة إدارة، وإدارات عامة تضم الأتي:

- الإدارة العامة للشئون المالية والإدارية.
- الإدارة العامة للشئون الفنية.
- الإدارة العامة للتخطيط والتدريب والمتابعة.

د- الشركة العامة لتحلية المياه

أنشئت الشركة العامة لتحلية المياه بقرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (924) لسنة 2007م، وهي شركة ليبية عامة مساهمة تتمتع بالشخصية الاعتبارية والذمة المالية المستقلة. ثم صدر قرار مجلس الوزراء رقم (836) لسنة 2013م بشأن إعتماد النظام الأساسي لهذه الشركة، والذي بموجبه حدد مجال عمل الشركة.

- **اختصاصات الشركة العامة لتحلية المياه**

تتولى الشركة العامة لتحلية المياه تنفيذ الخطط والبرامج في مجال تحلية المياه، وبما يتمشى مع أحدث التطورات العلمية والتقنية في هذا المجال، وتتولى الشركة على وجه الخصوص ما يلي:

- إدارة وتشغيل وصيانة وتجديد محطات تحلية المياه ومحطات الإنتاج المشترك وما يتصل بها من محطات معالجة للمياه ومعامل اختبار وتحليل المياه.
- إجراء الدراسات والبحوث الفنية والاقتصادية في كل ما يتعلق بنشاطها وخططها المستقبلية وما تتضمنه من انشاء وتوسع في محطات تحلية

المياه ومحطات الإنتاج المشترك طبقاً لأحدث التطورات العلمية والتقنية في هذا المجال.

- تبادل المعلومات والدراسات الفنية والاقتصادية المتعلقة بتحقيق أهداف الشركة مع الشركات والمؤسسات والهيئات ذات العلاقة في الداخل والخارج.
- إقتراح السياسات التنفيذية لشؤون تحلية المياه ومحطات الإنتاج المشترك والقواعد اللازمة لتنظيم أنشطتها بما يهدف إلى تطويرها والتوسع فيها.
- إقتراح المواصفات والمعايير القياسية في مجال إنتاج وتحلية المياه ومحطات الإنتاج المشترك بالتنسيق مع الجهات المختصة قانوناً.
- تنفيذ مشروعات التنمية في مجالات تحلية المياه ومحطات الإنتاج المشترك.
- إقتراح المخططات الاستراتيجية قصيرة ومتوسطة وطويلة المدى في مجال تحلية المياه ومحطات الانتاج المشترك وإحالتها إلى الجهات المختصة لاعتمادها.
- القيام بأعمال التوكيلات التجارية الخاصة بالنشاط المسند إليها وفقاً للتشريعات النافذة.

- التنظيم الإداري للشركة

يكون للشركة جمعية عمومية تشكل وفقاً للتشريعات النافذة، كما يتولى إدارة الشركة لجنة إدارة يتم اختيارها بقرار من الجمعية العمومية، ويكون للشركة مدير عام يتولى مهام الإدارة التنفيذية للشركة يصدر بتعينه قرار من مجلس الإدارة.

يتكون الهيكل التنظيمي للشركة العامة لتحلية المياه من الإدارات التالية:

- الإدارة العامة للمشروعات.
- الإدارة العامة للتخطيط.
- الإدارة العامة للتشغيل والصيانة.
- الإدارة العامة للخدمات المساندة.
- الإدارة العامة للحسابات التجارية.

- **الصعوبات التي تواجه الشركة**

تواجه الشركة العامة لتحلية المياه العديد من الصعوبات والمشاكل التى تؤدي إلى تدني مستويات الإنتاج ببعض المحطات خاصة في الآونة الأخيرة. تتلخص المشاكل والصعوبات في الآتي:

- تأخر تنفبذ أعمال العمرات والصيانة في المحطات، خاصة تلك المشاريع التي تم التعاقد عليها منذ فترة طويلة.
- عدم استقرار الشبكة العامة للكهرباء وعدم توفر مصدر تغذية كهربائي مستقر داخل محطات التحلية بما يضمن استمرار تشغيل الوحدات وسلامتها.
- عدم توفر قطع الغيار والمواد التشغيلية اللازمة للاستمرار في تشغيل المحطات.
- عدم فتح الاعتمادات المستندية للشركة بشكل سريع وسهل.
- توقف البرامج والخطط التدريبية للشركة، خاصة فيما يتعلق بالدورات المحلية والخارجية في مجال تأهيل ورفع كفاءة العاملين بالشركة.

- عدم وجود آلية منتظمة ومستقلة لتحصيل الإيردات الخاصة بإمداد مياه التحلية للشركة العامة للمياه والصرف الصحي أدى إلى عدم توفر الأموال اللازمة لتوفير قطع الغيار وإجراء الصيانة والعمرات التي لا ترتبط بالميزانية العامة للدولة.

هـ- الشركة العامة للمياه والصرف الصحي

تأسست الشركة العامة للمياه والصرف الصحي بموجب القانون رقم (8) لسنة 1997م، وكذلك بموجب قراري اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقمي(923) و (1052) لسنة 2007م بانشاء الشركة العامة للمياه والصرف الصحي، والقرار رقم (189) لسنة 2008م بإضافة اختصاصات للشركة العامة للمياه والصرف الصحي وتقرير بعض الأحكام، والقرار رقم (65) لسنة 2009م بإصدار النظام الأساسي للشركة العامة للمياه والصرف الصحي. وهي شركة ليبية مساهمة تكون لها الشخصية الاعتبارية المستقلة.

القرار رقم (65) لسنة 2009م حدد تبعية الشركة العامة للمياه والصرف الصحي للجنة الشعبية العامة للكهرباء والمياه والغاز سابقاً، والقرار رقم (76) لسنة 2009م بشأن تنظيم الجهاز الإداري للجنة الشعبية العامة للمرافق سابقاً تضمن تبعية الشركة العامة للمياه والصرف الصحي للمرافق، ومع انشاء وزارة الموارد المائية نقلت تبعية هذه الشركة للوزارة بناءً على قرار مجلس الوزراء رقم (184) لسنة 3013م.

- اختصاصات الشركة العامة للمياه والصرف الصحي

حدد القرار رقم (65) لسنة 2009م بإصدار النظام الأساسي للشركة العامة للمياه والصرف الصحي اختصاصات الشركة في القيام بما يلي:

- تشغيل وصيانة شبكات نقل وتوزيع المياه وشبكات الصرف الصحي، ومحطات الضخ والمعالجة والتنقية وملحقاتها، ومراكز المراقبة والتحكم، وذلك بما يكفل تقديم أفضل الخدمات للمنتفعين بها.
- القيام بأعمال توصيلات المياه والصرف الصحي وتركيباتها للمستهلكين، وإجراء الدراسات المتعلقة بتطوير خدمات المستهلكين بما يؤدي إلي تطوير خدمات المياه والصرف الصحي بكافة المناطق.
- شراء المياه من مصادرها.
- الجباية مقابل استهلاك المياه، ومقابل خدمات المياه والصرف الصحي، وخدمات المستهلكين وفقاً للوائح، وإقتراح تحديد تعريفة نقل وتوزيع المياه لكافة الأغراض، وكذلك تعريفة الخدمات المتعلقة بمياه الصرف الصحي.
- وضع الخطط التدريبية الخاصة بتنمية وتطوير الموارد البشرية بالشركة والجهات التابعة لها بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة، واتخاذ ما يلزم لتنفيذ ما يعتمد من تلك البرامج والخطط.
- المشاركة في وضع المواصفات والمعايير القياسية المتعلقة بمعدات وأدوات ومنظومات شبكات المياه والصرف الصحي بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة.
- تنفيذ مشروعات خطة التحول في مجالات انشاء منظومات نقل وتوزيع المياه للاستخدام الحضري، والقيام بكافة الإجراءات المالية المتعلقة بها.
- إجراء الدراسات والبحوث الفنية والاقتصادية في كل ما يتعلق بمنظومات نقل وتوزيع المياه ومشروعات الصيانة والعمرات لمنظومات الصرف الصحي.

- إقتراح السياسات التنفيذية لشؤون المياه والصرف الصحي والقواعد اللازمة لتنظيم أنشطتها بما يهدف إلى تطويرها والتوسع فيها.
- إقتراح المواصفات والمقاييس في مجال خدمات المياه والصرف الصحي.
- إقتراح المخططات الاستراتيجية طويلة ومتوسطة وقصيرة المدى في مجال المياه والصرف الصحي وإحالتها إلى الجهات المختصة لاعتمادها توطئة لتنفيذها.

- **التنظيم الإداري للشركة**

يكون للشركة جمعية عمومية تشكل وفقاً للتشريعات النافذة، وتمارس الجمعية العمومية الاختصاصات المسندة للجمعيات العمومية في القانون التجاري والقانون رقم (65) لسنة 1970م، كما يتولى إدارة الشركة لجنة إدارة يتم اختيارها من قبل جمعيتها العمومية تقوم بإدارة الشركة وتصريف أمورها ومباشرة جميع التصرفات والإعمال اللازمة لتحقيق أغراضها، وتنفيذ الخطط المتعلقة بعملها.

يكون للشركة ممثلون في مجالس إدارات الشركات التي يكون لها في رأس مالها، ويحدد عدد ممثلي الشركة بنسبة لا تقل عن نسبة مساهمتها في رأس المال. كما يكون للشركة لجنة مراقبة تشكل وفقاً لأحكام القانون التجاري وتتولى مباشرة الاختصاصات المنصوص عليها فيه.

أسس البناء التنظيمي للشركة بحيث يراعي الكثافة السكانية المختلفة في مناطق الدولة والتوزيع الجغرافي، كما روعي عند أعداد البناء التنظيمي للشركة أن تعتمد مركزية التخطيط والمعلومات واللاَّمركزية في التنفيذ والإجراءات، وعلى ذلك فقد جاء البناء التنظيمي للشركة على النحو التالي:

- عدد 127 مركز خدمات، والتي أنيط بها القيام بأعمال الخدمات اليومية المباشرة للمواطنين متمثلة في أعمال الربط على الشبكة العامة للمياه والشبكة العامة للصرف الصحي، وأعمال سحب مياه الآبار السوداء، وأعمال تسليك خطوط الصرف الصحي، وإبرام عقود خدمات مع المستهلكين، وجباية مقابل الخدمات التي تقدمها الشركة.
- عدد 16 مكتب خدمات أنيط بها تقديم الخدمات غير المباشرة للمستهلكين، وتشغيل وصيانة محطات الرفع والضخ للمياه والصرف الصحي، وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، وتشغيل وصيانة الآبار، وإبرام العقود وجباية مقابل الخدمات من المستهلكين الممولين من الخزانة العامة والإشراف على أعمال المراكز الواقعة في نطاقها.
- عدد 4 فروع تتولي الإشراف والمتابعة للمكاتب والمراكز الواقعة في نطاقها، والقيام بإعمال تجميع وتحليل البيانات والتخطيط على مستوى المنطقة ضمن إطار الخطة العامة للشركة.
- الإدارات العامة للشركة تتولي إعداد ومتابعة تنفيذ الخطط والبرامج العامة لعمل الشركة ومتابعة الفروع وتجميع وتحليل البيانات بما يمكن من تقييم وتطوير برامج عمل الشركة ووضع السياسات اللازمة لتحقيق الأهداف والمهام المناطة بها.

- **الصعوبات التي تواجه الشركة**

واجهت الشركة جملة من الصعوبات أثرت سلباً على أدائها للمهام المناطة بها في مجال المياه والصرف الصحي، وتقديم الخدمة لكافة المنتفعين بها، وتتلخص هذه الصعوبات في الأتي:

- تدني كفاءة محطات المعالجة وتوقف أغلب الآليات نتيجة لعدم توفر قطع الغيار والصيانة الدورية والوقائية.
- ارتفاع تكاليف الصيانة والاستبدال لقدم منظومات الصرف الصحي وتهالكها الشديد وفقدان العديد منها.
- إلقاء المخلفات الصلبة داخل غرف التصريف، وتصريف الزيوت والشحوم ومياه الصرف الصناعي بالشبكات العامة، بالإضافة إلى التوصيلات غير القانونية على شبكات تصريف مياه الأمطار شتت جهود الشركة فنياً ومالياً.
- صعوبة توفر عمالة متخصصة (مهندسين وفنيين) في إدارة وتشغيل محطات المعالجة، كما أن عدداً كبيراً من القوى العاملة غير قادرة على مواكبة اكتساب المعرفة ونقل التقنية بهذا القطاع، وأن الرفع من مستواهم المهني يتطلب موارد مالية كبيرة.
- عدم تفهم عدد من المدن لاختصاصات الشركة وطبيعة العلاقة التكاملية بين دور الشركة في التشغيل والصيانة ودور هذه المدن في تنفيذ خطة التنمية لمشروعات المياه والصرف الصحي.
- تدني إرادات الجباية أظهرت تأثيراتها السلبية على أداء الشركة في تحقيق أهدافها وذلك للعوامل التالية:

– الثقافة العامة السائدة لدى المستهلكين في عدم دفع مقابل خدمات المياه والصرف الصحي، فضلاًعن أن المستهلكين يطالبون بتحسين مستوى الخدمات أولاً، ومن ثم انتظامهم في تسديد الرسوم بينما الشركة في حاجة إلي هذه الموارد المالية كي تتمكن من تحسين مستوى الخدمات.

- ضعف الإمكانيات المتاحة حاليا للجباية بالشركة من حيث توفر المقار والتجهيزات وغيرها.
- عدم تجاوب عدد من الجهات الممولة من الخزانة العامة بتوقيع عقود الخدمات واعتماد المطالبات المالية الخاصة بالخدمات التي تقدمها الشركة.

و- وزارة البيئة (الهيئة العامة للبيئة سابقاً)

أنشئت الهيئة العامة للبيئة وفقا لقرار اللجنة الشعبية العامة سابقا رقم (263) بتاريخ 1999م كهيئة لها الشخصية الإعتبارية والذمة المالية المستقلة، وتتبع اللجنة الشعبية العامة سابقا، ويكون مقرها مدينة طرابلس ويجوز أن تنشأ لها فروع في مختلف مدن ليبيا، كما نص القرار بأن تحل الهيئة محل المركز الفني لحماية البيئة وأن تؤول إليها اختصاصات الإدارة العامة لحماية البيئة ومكاتبها وينقل إليها العاملون بهذه الإدارة، وهي تهدف إلى حماية المحيط الذي يعيش فيه الإنسان وجميع الكائنات الحية بما في ذلك التربة والماء والهواء والغذاء من التلوث. وللهيئة ثلاثة فروع هي فرع مصراته وفرع بنغازي وفرع الجبل الأخضر.

بناءً على قرار مجلس النواب الليبي بتاريخ 10 مارس 2021م بشأن منح الثقة لحكومة الوحدة الوطنية، صدر قرار مجلس وزراء حكومة الوحدة الوطنية رقم (300) لسنة 2021م بتاريخ 2021/08/05م بشأن اعتماد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة البيئة وتنظيم جهازها الإداري.

يتبع وزارة البيئة اللجان الوطنية المشكلة أو التي يتم تشكيلها لمتابعة تنفيذ الالتزامات الدولية والإقليمية للاتفاقيات والمعاهدات البيئية بالإضافة إلى صندوق حماية البيئة.

- **اختصاصات وزارة البيئة (الهيئة العامة للبيئة سابقاً)**

حدد القرار رقم (300) لسنة 2021م اختصاصات وزارة البيئة بما يلي:

- إقتراح الخطط والبرامج الخاصة بالبيئة ومتابعة المعتمد منها مع الأخذ في الاعتبار البعد البيئي في خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية.
- الإشراف على البرامج والخطط المعتمدة لإصحاح البيئة والتي تشرف على تنفيذها الأجهزة المختصة الأخرى والبلديات.
- مواكبة التطور العلمي والتقني في مجال حماية البيئة، وتأهيل الأطر الفنية في هذا المجال.
- التعاون مع الجهات الدولية لإزالة أسباب التلوث بالتنسيق مع الجهات الوطنية ذات العلاقة.
- القيام بحملات التوعية بمختلف الوسائل للتعريف بالبيئة وقواعد وأسس حمايتها من التلوث وإزالة أسبابه في حالة وجوده.
- القيام بتسجيل كافة المواد الكيماوية التي قد ينتج عنها تلوث البيئة بما في ذلك الأسمدة والمبيدات الزراعية والمبيدات المستخدمة لأغراض الصحة العامة والبيطرية، وذلك عن طريق تشكيل لجان فنية مشتركة مع القطاعات المختصة وبما يتوافق مع اللوائح المعتمدة بهذه القطاعات.
- القيام بأعمال التفتيش البيئي للأنشطة الخدمية والإنتاجية التي ينتج عنها تلوث.
- منح الأذونات اللازمة لممارسة الأنشطة التي قد ينتج عنها تلوث البيئة وفقاً للنظم والتشريعات النافذة.
- منح الأذونات اللازمة للتصنيع أو الاستيراد، أو البيع، أو التداول، أو الإفراج على المواد الكيماوية التي قد ينتج عنها تلوث للبيئة من خلال لجنة مشتركة بين الوزارة والقطاع المختص بحيث يراعى ما تنص عليه

التشريعات النافذة، والتي تنظم عمليات التصنيع والاستيراد أو الإفراج والبيع أو التداول.

- تقييم الآثار المحتملة لاستخدام البذور، والسلالات المحسنة جينياً، والمعالجة عن طريق الهندسة الوراثية قبل دخولها أو عبورها إلى ليبيا.
- إقتراح انشاء المناطق المحمية، ووضع البرامج والخطط الهادفة إلى حماية وصون التنوع الإحيائي في بيئاته المختلفة بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة.
- منح إذن مزاولة الأنشطة المعنية لحماية البيئة ومتابعتها.
- تحديد الاشتراطات البيئية التي يجب أن تراعى عند تنفيذ أي مشروع بعد تقييم ومراجعة دراسة الأثر البيئي.
- التنسيق والتعاون مع اللجان الوطنية بكافة القطاعات المختصة والمعنية بالاتفاقيات والمعاهدات الدولية المتعلقة بالبيئة.
- متابعة الاتفاقيات، المعاهدات، والمستجدات الدولية في مجال البيئة والاستفادة منها محلياً.
- إعداد خطة وطنية لمواجهة الحالات والكوارث البيئية الطارئة بالتعاون مع الجهات ذات العلاقة وعرضها للاعتماد.
- تشجيع ودعم المؤسسات والجمعيات الأهلية المعتمدة من الجهات المختصة التي يندرج نشاطها ضمن مجال حماية البيئة.
- إقتراح ومراجعة التشريعات المتعلقة بحماية البيئة أو المشاركة في إعدادها.
- إجراء الدراسات والأبحاث المتعلقة بالبيئة محلياً وذلك بالتعاون مع مراكز البحوث، والهيئات والمؤسسات المحلية والدولية ذات العلاقة.

- **التنظيم الإداري لوزارة البيئة (الهيئة العامة للبيئة سابقاً)**

صدر قرار مجلس الوزراء رقم (121) لسنة 2012م بإعادة تشكيل لجنة إدارة الهيئة العامة للبيئة، والقرار رقم (341) لسنة 2012م بشأن اعتماد الهيكل التنظيمي للهيئة العامة للبيئة، حيث تضمن هذا القرار اعتبار اللجنة الإدارية السلطة العليا لإدارة الهيئة وتسيير ورسم الخطط اللازمة لتحقيق أهدافها.

بعد صدور قرار مجلس وزراء حكومة الوحدة الوطنية رقم (300) لسنة 2021م بشأن اعتماد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة البيئة وتنظيم جهازها الإداري، أصبح الهيكل التنظيمي للوزارة يتكون من التقسيمات التالية:

- إدارة الشؤون الإدارية.
- إدارة الشؤون المالية.
- إدارة تنمية وتطوير الموارد البشرية.
- إدارة المشروعات والاستثمار البيئي.
- إدارة التخطيط والدراسات.
- إدارة المراقبة والتفتيش البيئي.
- إدارة المختبرات.
- إدارة الوقاية والصحة البيئية.
- إدارة البيئة الطبيعية.
- إدارة التقييم والتصاريح البيئية.
- إدارة نظم وسياسات إدارة المخلفات.
- إدارة نظم المعلومات الجغرافية.
- إدارة التغيرات المناخية والتنمية المستدامة.
- إدارة الإعلام والتوعية البيئية.
- إدارة الطواري البيئية.

- **الصعوبات التي تواجه وزارة البيئة (الهيئة العامة للبيئة سابقاً)**

- حجم العمل المناط بالوزارة واختصاصاتها كبير جداً، مع عدم توفر كوادر مؤهلة تأهيلاً عالياً وبأعداد كافية.
- عدم توفر المعدات والتجهيزات المختبرية الثابتة والمتحركة.
- شمولية الاختصاصات مما يجعل الوزارة (الهيئة سابقاً) مسئولة عن الأعمال التخطيطية والتنفيذية والرقابية معاً مما يستوجب إعادة النظر بفصل هذه الاختصاصات بين الرقابة والتنفيذ وتخويل الوزارة دون غيرها بالاختصاصات الرقابية.

ز- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية

استحدثت وزارة الزراعة في ليبيا لأول مرة بتاريخ 1960/09/29م، ثم عدلت إلى وزارة الزراعة والثروة الحيوانية بتارخ 1964/01/22م، وتم إعادة تنظيم وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بقرار مجلس الوزراء الصادر في 1970/1/7م، ثم صدر قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً بتاريخ 1979/04/22م بشأن تنظيم أمانة الاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي. بعد ذلك مر هذا القطاع بعدة تسميات وهي:

- الهيئة العامة للإنتاج الزراعي (قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (168) لسنة 1986م).
- أمانة الاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي (قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (432) لسنة 1986م).
- أمانة اللجنة الشعبية العامة للاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي والثروة الحيوانية (قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (873) لسنة 1992م).

- أمانة اللجنة الشعبية العامة لقطاع الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (64) لسنة 2006م).
- أمانة اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (284) لسنة 2010م).
- واخيراً صدر قرار مجلس الوزراء رقم (101) لسنة 2012م باعتماد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية وتنظيم جهازها الإداري.

- **اختصاصات وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية**

تمارس وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية مسؤولية تنفيذ السياسات والخطط، ووضع البرامج اللازمة لتنفيذ التشريعات النافذة في مجالات الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية وفق المنهج العلمي الذي يكفل تحقيق أهداف المجتمع، ومتابعة تنفيذها وصولاً إلى الغايات والنتائج المطلوبة، والقرار رقم (101) لسنة 2012م حدد اختصاصات الوزارة نورد فيما يلي أهمها:

- وضع السياسات العامة في مجالات الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية بما يؤدي إلى تنمية وتطوير هذه الموارد والمحافظة عليها.
- وضع الخطط والبرامج اللازمة لزيادة الإنتاج الزراعي والثروة الحيوانية والبحرية بما يضمن وفرة الإنتاج كماً ونوعاً والمحافظة على السلالات المحلية.
- إجراء الدراسات والبحوث الخاصة بتنمية الإنتاج الزراعي والحيواني والبحري والاستفادة التطبيقية من نتائج تلك البحوث بنشرها وتعميم تطبيقها بمختلف وسائل الإرشاد وعقد الندوات والمؤتمرات المحلية والدولية المتعلقة بها أو الاشتراك فيها.

- إعداد التقارير والبيانات والمعلومات والإحصائيات عن النشاط الزراعي والحيواني والبحري والموارد المائية ودراستها وتحليلها.
- إعداد برامج التوعية بأهمية الثروات الطبيعية الزراعية والحيوانية والبحرية بهدف المحافظة عليها وترشيد استغلالها والمساهمة في وضع السياسات اللازمة لتحقيق ذلك.
- دراسة أساليب توفير مقومات الزراعة واستصلاح الأراضي ورفع كفاءة وإمكانيات التنفيذ عن طريق الاستغلال الاقتصادي الأمثل للأراضي المستصلحة والثروة الحيوانية والمائية ومتابعة تنفيذ مشروعات خطة التنمية وتقويمها بما يحقق أهداف الدولة في هذا المجال.
- رسم سياسات الاستثمار في الأراضي المستصلحة بهدف تحقيق توزيع الكثافة السكانية المتمركزة في المدن وكذلك السياسة العامة للتعاون الزراعي.
- وضع البرامج اللازمة لتنمية وحماية الأراضي الزراعية والمراعي والغابات والمحميات والمياه والثروة السمكية بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة ومتابعة تنفيذها.
- تشجيع الاستثمار في المجالات الزراعية والحيوانية والبحرية وإقتراح البرامج اللازمة لذلك بالتنسيق مع الجهات المختصة.
- تنفيذ التشريعات ذات العلاقة بالزراعة والثروة الحيوانية والبحرية وإقتراح تعديلها وتطويرها بما يكفل مواكبتها للمتغيرات الاقتصادية والبيئية وحماية الأراضي الزراعية والحيوانية والبحرية.
- وضع الخطط والبرامج الإرشادية والإعلامية والقيام بحملات التوعية والدورات التدريبية للرقع من كفاءة الموظفين بالوزارة.

- متابعة اتفاقيات ومحاضر التعاون الدولي في مجالات الزراعة مع الدول الشقيقة والصديقة والهيئات والمنظمات الإقليمية والدولية وربط علاقات التعاون الايجالي معها بالتنسيق مع الجهات المختصة.
- رصد المتغيرات التي تطرأ على الموارد الطبيعية واتخاذ ما يلزم للمحافظة عليها وتنميتها.

- **التنظيم الإداري للوزارة**

يكون لوزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية جهاز إداري يرأسه وكيل وزارة ووكلين مساعدين يمارسون المهام المقررة بالتشريعات النافذة ويعملون تحت الإشراف المباشر للوزير.

يكون للوزارة وفقاً للهيكلية الإدارية مكونات إدارية تتبعها باالمناطق يتم إنشائها وتنظيمها وتحديد اختصاصاتها بقرار من الوزير. كما حدد قرار اعتماد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية وتنظيم جهازها الإداري الجهات والهيئات والمراكز والأجهزة واللجان التي تتبع الوزارة.

يتكون الهيكل التنظيمي لوزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية من التقسيمات الرئيسية التالية:

- إدارة التخطيط والمتابعة.
- إدارة الشؤون الإدارية والمالية.
- إدارة المراعي والغابات.
- إدارة التنمية الزراعية.
- إدارة الإنتاج الزراعي.
- إدارة البستنة.
- إدارة الاستثمار الزراعي والحيواني والبحري.

- إدارة حماية الأراضي الزراعية.
- إدارة تنمية الموارد البشرية.
- إدارة التعاون والإرشاد والإعلام الزراعي والبحري.
- بالإضافة إلى مكاتب تتعلق بعمل الوزارة.

ح - الشركة العامة للكهرباء

من ضمن اختصاصات هذه الشركة إقامة وتشغيل محطات التحلية الرئيسية قبل قرار انشاء الشركة العامة لتحلية المياه، كما تتولى توصيل التيار الكهربائي لآبار المزارعين بعد حصولهم على تراخيص الحفر من الهيئة العامة للموارد المائية (الهيئة العامة للمياه)، بالإضافة إلى آبار المياه بالمشاريع الكبرى.

ط- المراكز البحثية والتعليمية

يتم البحث العلمي في مجالات المياه بالهيئات ومراكز البحوث المختلفة القطاعية والتعليمية وفي كليات الجامعات الليبية وتشمل الاتي:

- الهيئة الليبية للبحث العلمي.
- الجامعات الرئيسية في ليبيا (طرابلس، بنغازي، سبها).
- مركز البحوث الصناعية.
- معهد النفط الليبي.
- مركز البحوث الزراعية.
- المعهد العالي لتقنيات شؤون المياه.
- مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية.
- الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة.

- **الصعوبات التي تواجه الجهات البحثية**

- نقص بعض الكوادر المتخصصة والمؤهلة تأهيلاً عالياً.
- قلة الكوادر البحثية القادرة على الابتكار وتشتتها في عدد من المؤسسات البحثية التي تتبع جهات مختلفة فنياً وإدارياً.
- قلة وانعدام الدعم الموجه للبحوث.
- عدم وجود تنسيق بين الجهات البحثية.
- تعثر القيام ببعض البحوث والدراسات نتيجة لعدم توفر التغطية المالية الضرورية.
- النقص الحاد في وسائل البحث.
- عدم الاستفادة الكاملة من التقنيات الحديثة وتوظيفها في المجالات البحثية.

9-4- التشريعات والقوانين المائية

تعتبر القوانين والتشريعات المائية من أهم الوسائل المستخدمة في إدارة الموارد المائية، وذلك لأنها تهدف إلى تحديد العلاقة بين الإنسان والمصدر المائي، وفقاً لشروط وتدابير وضوابط قانونية لتنظيم الانتفاع بالمورد المائي وترشيد استغلاله، والحد من استنزافه وحمايته من التلوث.

إن الإهتمام بإصدار هذه القوانين كان بسبب أهمية الموارد المائية بالنسبة لليبيا التي تقع ضمن المناطق الجافة وتعاني من شح وندرة الموارد المائية المتجددة، وتعتمد اعتماداً كلياً على موارد المياه الجوفية في تنفيذ مخططات التنمية المختلفة، وأن الطلب على المياه يزداد استجابة للنمو السكاني وما يصاحبه من توسع عمراني متسارع وتوسع في الأنشطة الزراعية والصناعية، آخذاً في الاعتبار ما تعرضت له المياه الجوفية نتيجة للاستغلال الجائر والذي سبب في هبوط مستمر لمناسيب

المياه الجوفية مصحوباً بتدهور في النوعية نتيجة تداخل مياه البحر بالمناطق الساحلية، بالإضافة إلى التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة (الصناعية والزراعية)، يجعلنا ندرك مدى خطورة الوضع المائي وأهمية حماية الموارد المائية والمحافظة عليها وإدارتها لتحقيق استدامة هذه الموارد لأطول فترة ممكنة.

لقد كانت ليبيا في طليعة الدول التي اهتمت بإصدار القوانين والتشريعات المائية منذ بداية الخمسينيات من القرن الماضي. هذه القوانين صدرت من أجل تنظم استغلال الموارد المائية، وتحديد القواعد اللازمة لاحكام السيطرة عليها ومراقبة إستخداماتها، لضمان استمراريتها بالكمية والنوعية الملائمة لتحقيق تنمية مستدامة لهذه الموارد.

فيما يلي نورد أهم القوانين والتشريعات واللوائح الصادرة بتنظيم استغلال الموارد المائية في ليبيا:

9-4-1- نظام مؤقت لجهر واستغلال الآبار الارتوازية لسنة 1953م

صدر النظام بتاريخ 1 يونيو 1953م ضمن تشريعات ولاية فزان، حيث جاء في مقدمة هذا النظام، بأن ولاية فزان تعتمد على الزراعة، وتعتبر المياه هي أهم الضروريات لتأمين الزراعة، وللمياه الجوفية أهمية بولاية فزان نظراً لعدم توفر موارد أخرى للمياه. ولما كان استغلال هذه المياه الجوفية بطريقة غير منظمة تنتج عنه نقص من قوة ووجود المياه مما يعود بالضرر البالغ على المزارعين أنفسهم، وتلافياً للأضرار التي تلحق بالمزارعين والزيادة الزراعية والنباتية والانتاج، ولتأمين معيشة الأهالي، ولتنظيم استغلال هذه المياه الجوفية استغلالاً يضمن المحافظة عليها والانتفاع بها بصورة منظمة ومستديمة. لهذا اجتمع مجلس ولاية فزان وقرر العمل بهذا النظام من تاريخ صدوره.

يتضمن النظام المواد التالية:

(1)- المياه الجوفية ملكاً للولاية

المياه الجوفية من الثروات العامة التي هي من باطن الأرض، والتي تعتبر ملكاً من أملاك الولاية. وللولاية الحق في تنظيم وتوزيع هذه الثروة، وحق السماح والرفعة لاستغلال هذه المياه الجوفية. ولضمان هذا الاستغلال بصورة منظمة ودائمة، ومنعاً من إلحاق الأضرار بالأخرين يجب أن يكون استغلال هذه المياه طبقاً لمواد هذا النظام وأحكامه.

(2)- ملكية البئر

أ- لا يجوز لأي شخص أو جماعة أو شركة استغلال المياه الجوفية بدون الحصول على ترخيص من الولاية.

ب- يجوز السماح بإعطاء الترخيص لأي شخص أو جماعة أو شركة تتوفر لديها الشروط المطلوبة لجهر بئر ارتوازي.

ج- في حالة استغلال بئر ارتوازي استغلالاً يعود بالضرر على الأخرين، توضع مراقبة على البئر الذي تسبب في نفص مياه البئر المجاور، وكل مخالفة باتباع هذه التعليمات تؤدي إلى عقوبة يعاقب عليها مرتكبها، وإذا اقتضت الضرورة يحكم على المخالف بعدم اتباع هذه التعليمات واستغلال البئر بصورة تخالف الأوامر الصادرة لعدم استغلال البئر وغلقه.

(3)- منح ترخيص جهر البئر

أ- على كل من له رغبة في جهر بئر ارتوازي أن يقدم طلباً بالترخيص له بجهر البئر واستغلاله إلى نظارة الزراعة مرفقاً بالمستندات والأوراق الاتية:

- شهادة ملكية القطعة التي سيجهر فيه البئر مع تحديد قطعة الأرض التي يراد الانتفاع بها وسقيها.

- التزام صاحب الطلب باتباع التعليمات الخاصة بالجهر.
- شهادة تفيد بأن مقدم أو مقدموا الطلب قادر أو قادرون على سد نفقات الجهر.
- ايصال مبلغ خمسة جنيهات ليبية من الخزينة.

ب- عند تقديم الطلب يجب أن ينشر ويعلق عل أبواب المديرية لمدة خمسة عشر يوماً ليتمكن من يهمه الأمر أن يتقدم بملاحظاته إلى مدير البلدة، ثم يحول الطلب مرفقاً بالملاحظات إلى متصرف المنطقة، ثم يرسل الطلب إلى ناظر الزراعة.

ج- يقدم ناضر الزراعة الطلب إلى اللجنة المؤلفة للنظر في هذا الطلب والتي تتكون من:

- مستشار ناظر الزراعة
- ممثل عن مقدم أو مقدما الطلب
- خبير يعينه الوالي

د- يجب على اللجنة دراسة الطلب والانتقال إلى المكان للقيام بالتحريات اللازمة والتأكد من القطعة الأرضية، وأن البئر الجديد لن يسبب تغيرات في قوة ومجرى الآبار المجاورة لهذا البئر.

هـ- على اللجنة أن تقدم تقريراً كتابياً يتضمن رأيها وملاحظاتها بشأن الطلب، وأن تبين عند اللزوم التعليمات بالجهر واستغلال البئر، وعليها أن تحدد أقصى قوة التدفق الممكن ترخيصها وتسلم اللجنة تقريرها إلى ناظر الزراعة الذي له الحق بعد النظر في التقرير قبول الطلب أو رفضه، وعلى المدير الذي يعنيه الأمر تبليغ صاحب الطلب كتابياً.

و- في حالة السماح بإعطاءترخيص الجهر يجب أن يذكر في الرخصة قوة التدفق المرخص بها، وعلى أن لايتجاوز أجل الرخصة للعمل بها سنة واحدة.

(4)- الآبار الفوارة ومراقبتها

تكون الآبار الارتوازية ومنها الفوارة التي تجهر في المستقبل تحت مراقبة نظارة الزراعة والجهات الإدارية المختصة، وفي حالة استغلال الآبار الفوارة استغلالاً فاحشاً ملحقاً أضراراً بالمجاورين عن طريق نقص المياه، على الناظر أن يستقبل اللجنة المختصة المعنية بأمر هذا البئر لابداء رأيها في الموضوع.

وعلى ناظر الزراعة واللجنة المختصة أن يقوموا بتأكيد هذا النقص وأن يمنحوا أصحاب الآبار التي طرأ عليها النقص تراخبص زيادة المياه، وفي حالة الطوارىء على اللجنة أن ترغم صاحب البئر الذي تسبب في النقص اتباع التعليمات التي تراها مناسبة، وعلى ناضر الزراعة أن يتخذ القرار النهائي.

(5)- ضريبة استغلال المياه

على صاحب البئر الذي يستغل أرضاً حكومية ويستغلها وينتفع بها عن طريق استغلال المياه أن يؤدي للولاية ضريبة تناسب قوة تدفق مياه هذا البئر، وعلى اللجنة المختصة أن تحدد قيمة الضريبة التي ستفرض على صاحب البئر.

على طالب الترخيص لجهر بئر ارتوازي أن يحيط مدير البلدة عن أسم المتعهد الذي سيقوم بعملية الجهر، وعلى ناظر الزراعة استدعاء المتعهد ليلتزم بتقديم تعهد بدفع ضريبة الكسب من العمل عن كل متر يقوم بجهره.

9-4-2- قانون بشأن المياه

صدر هذا القانون في 28 سبتمبر عام 1965م، وتضمن 10 مواد.

المادة (1)

تنشأ بوزارة الزراعة والثروة الحيوانية لجنة عليا تسمى "اللجنة العليا للمياه" وتشكل برئاسة وزير الزراعة والثروة الحيوانية أو من ينيبه وعضوية ممثلين عن وزارات الصحة والصناعة والتخطيط والتنمية والاشغال العامة والداخلية والزراعة، يكون كل منهم بدرجة مدير عام على الأقل. تعقد اللجنة اجتماعاتها مرة كل ثلاثة أشهر على الأقل وكلما دعيت للاجتماع من قبل الرئيس.

المادة (2)

حددت هذه المادة اختصاصات اللجنة العليا للمياه والتي تشمل وضع القواعد والتظام والاجراءات الخاصة بأعمال اللجنة، ورسم السياسة العامة لانماء الموارد المائية، ودراسة وإقرار المشروعات المقترحة لاستغلال مصادر المياه، والنظر في أي إقتراح بشأن تشريعات المياه.

المادة (3)

تقوم وزارة الزراعة والثروة الحيوانية بجميع الأمور المتعلقة بالبحث والتنقيب عن مصادر المياه وحسن استغلالها.

المادة (4)

تختص وزارة الزراعة والثروة الحيوانية بمنح التراخيص للانتفاع بالمياه، وتراخيص التنقيب وحفر الآبار الخاصة بالمياه الجوفية.

المادة (5)

يجوز لوزارة الزراعة والثروة الحيوانية عند الضرورة أن تمنح ترخيصاً جديداً لاستغلال المياه الفائضة من مصدر مائي مرخص سابقاً بشرط أن ينص في

الترخيص الجديد على ضمان حاجة المنتفع القديم من المياه وتعويضه من المنتفع الجديد تعويضاً عادلاً.

المادة (6)

يجوز الغاء الترخيص في الحالات التالية:

- إذا لم يقم المرخص له بالانتفاع بالمياه مدة سنتين متتاليتين.
- أذا أساء المرخص له استغلال المياه أو قام بتبديدها أو أخلى بأي شرط من شروط الترخيص.
- إذا تنازل عن الترخيص إلى الغير دون موافقة من الجهة مانحة الترخيص.

المادة (7)

يجوز للجنة العليا أن تعلن خضوع المنطقة لنظام التوزيع المقيد بحيث يلتزم جميع المنتفعين بالمياه باتباع القواعد والنظم التي تفرضها اللجنة بالنسبة لاستخراج المياه واستغلالها وتوزيعها.

المادة (8)

حددت هذه المادة عقوبة من يخالف أحكام هذا القانون بالحبس لمدة لا تتجاوز ثلاثة أشهر وبغرامة مالية لا تزيد عن خمسين جنبهاً أو باحدى هاتين العقوبتين.

المادة (9)

يجب على المنتفعين بالمياه الخاضعة لنظام الترخيص تقديم طلبات الاستمرار في الانتفاع بالمياه وفقاً لأحكام اللوائح الصادرة.

المادة (10)

على وزير الزراعة والثروة الحيوانية تنفيذ أحكام هذا القانون، وله إصدار اللوائح اللازمة لتنفيذه.

أ- القرار رقم (44) لسنة 1966م بشأن اللائحة الداخلية للجنة العليا للمياه

يتضمن قرار وزير الزراعة والثروة الحيوانية بشأن اللائحة الداخلية للجنة العليا للمياه 9 مواد

المادة (1)

تختص اللجنة العليا للمياه بوضع سياسة عامة لانما الموارد المائية في البلاد، ودراسة وإقرار المشروعات المقترحة لاستغلال مصادر المياه، وكذلك دراسة وإقرار التشريعات المائية، ولها مباشرة المهام التالية:

- دراسة وإقتراح خطة الدولة فيما يتعلق بالمحافظة على الثروة المائية وتنميتها وتوزيعها حسب الاحتياجات المختلفة للسكان.
- ابداء الرأي واتخاذ القرارات اللازمة لمشروعات استغلال مصادر المياه وتنمية الموارد المائية.
- التقدم بالتوصيات المتعلقة بمساهمة الحكومة في تكاليف الانشاءات المائية التي يقوم بها الأفراد أو الهيئات، وكذلك التوصيات الخاصة بمنحهم قروض لانجاز مشروعاتهم المائية.
- رسم سياسة لنشر الوعي بين المنتفعين.

المادة (2)

تعقد اللجنة جلساتها في الزمان والمكان اللذين يحددهما رئيسها، ولا يكون الاجتماع صحيحاً إلا بحضور أغلبية الأعضاء، وتصد القرارات بأغلبية أصوات الأعضاء، وفي حالة التساوي يرجح الجانب الذي منه الرئيس.

المادة (3)

يكون اللجنة مقرر يندبه رئيسها من بين الموظفين الفنيين بوزارة الزراعة، ويوقع مقرر اللجنة مع رئيسها على محاضر جلساتها، كما يخصص للجنة عدد من الموظفين الإداريين لتولي أعمال السكرتارية.

المادة (4)

يحضر اجتماعات اللجنة ويشترك في مناقشتها كل من مدير إدارة المياه وحفظ التربة بوازرة الزراعة وأحد المستشارين القانونيين، كما يجوز لرئيس اللجنة دعوة من يرى الاستعانة بهم من الاخصائيين والفنيين لحضور الاجتماعات، ولا يكون لهم حق التصويت.

المادة (5)

يقوم مقرر اللجنة بإبلاغ قراراتها إلى إدارة المياه وحفظ التربة، وسائر الجهات المختصة، كما يتولى متابعة تنفيذ تلك القرارات بالإضافة إلى تقديم تقارير دورية في هذا الشأن.

المادة (6)

- تحدد اللجنة المناطق التي يجوز فيها منح تراخيص جديدة لاستغلال المياه من مصدر مائي مرخص سابقاً.
- تحدد اللجنة القواعد والأسس التي بموجبها تقدير التعويض الذي يؤديه المنتفع الجديد إلى المرخص له الأصلي. كما تحدد كيفية أداء هذا التعويض.

المادة (7)

يتولى وزير الزراعة والثروة الحيوانية إبلاغ قرارات وتوصيات اللجنة إلى مجلس الوزراء لإستصدار القرارات اللازمة بشأنها.

المادة (8)

تعلن اللجنة خضوع أي منطقة لنظام التوزيع المقيد، وتحدد بالإعلان القواعد الجديدة، وكذلك مصادر المياه التي تسري عليها هذه القواعد

ب- القرار رقم (45) لسنة 1966م بشأن اللائحة التنفيذية رقم (1) لقانون بشأن المياه

تتضمن اللائحة التنفيذية لقانون المياه (22) مادة تتعلق بالاتي:

- يكون الانتفاع بالمياه والبحث والتنقيب عن مصادر المياه واستغلالها وحفر الآبار الجوفية بعد الحصول على ترخيص سابق وفقاً لأحكام هذه اللائحة.
- تنشأ لجنة بوزارة الزراعة والثروة الحيوانية تسمى "لجنة تراخيص المياه"، وتشكل من وكيل وزارة الزراعة والثروة الحيوانية أو من ينيبه رئيساً وعضوية مدير إدارة المياه وحفظ التربة ومهندس عن وزارة الأشغال ومهندس عن وزارة التخطيط والتنمية وطبيب عن وزارة الصحة ومندوب عن وزارة الداخلية لا تقل درجته عن الأولى ومستشار قانوني، بالإضافة إلى مقرر اللجنة. كما يجوز انشاء لجنة فرعية أو أكثر لتراخيص المياه، على أن يحدد كيفية تشكيلها والمناطق التي تباشر فيها أعمالها واختصاصاتها.
- تكون إدارة المياه وحفظ التربة الجهة المسؤولة عن تنفبذ أحكام هذه اللائحة، وتختص بدراسة الطلبات المقدمة من الأفراد والهيئات الخاصة والشركات للبحث والتنقيب عن مصادر المياه، ومن المنتفعين الحاليين بالمياه لاستمرار انتفاعهم بالمياه، منح تراخيص جديدة لاستغلال المياه الفائضة من مصدر مائي له ترخيص سابق، والغاء التراخيص في الحالات التي نص عليها القانون.
- حددت اللائحة زمن انعقاد جلسات اللجنة، ومتى يكون اجتماعها وقراراتها صحيحاً، وكذلك البيانات والمستندات المطلوبة للحصول على ترخيص الانتفاع بالمياه وحفر آبار المياه الجوفية.

- تضع إدارة المياه وحفظ التربة نماذج لطلبات الترخيص التي تقدم وفقاً لأحكام القانون.
- تضع اللجنة الشروط اللازمة لمنح التراخيص وتعد تقريراً فنياً توضح فيه الإجراءات التي قامت بها ونتائج البحث، وتصدر قراراً مسبباً بقبول أو رفض الترخيص.
- لا يجوز للمرخص له استخدام المياه في غير الأغراض الصادر من أجلها الترخيص، ولا يجوز له استعمال كمية من المياه تزيد عن الكمية المصرح بها في الترخيص إلا بطلب جديد يبت فيه وفقاً للإجراءات الواردة في هذه اللائحة.
- حددت اللائحة الرسوم المطلوبة عند تقديم طلب الترخيص وذلك حسب الغرض من استعمال المياه.
- عند إعلان خضوع إحدى المناطق لنظام التوزيع المؤقت وفقاً للمادة السابعة من القانون أن تخطر أصحاب التراخيص بالقيود والأحكام الجديدة وأن تتخذ الإجراءات الكفيلة بتنفيذهم لتلك القيود والأحكام.
- على إدارة المياه وحفظ التربة إبلاغ اللجنة عن أي مخالفة لأحكام القانون أو اللائحة، ولها في سبيل التحقق من ذلك أن تعاين الآبار وغيرها من مصادر المياه. وتصدر اللجنة في حالة ثبوت المخالفة قراراً بإزالة أسباب المخالفة خلال المدة التي تحددها اللجنة، وفي حالة عدم إزالة أسباب المخالفة تصدر اللجنة قراراً بالغاء الانتفاع بمصدر المياه، ويبلغ القرار إلى الجهات المختصة للتنفيذ.

9-4-3- القانون (3) لسنة 1982 في شأن تنظيم استغلال مصادر المياه

صدر هذا القانون في 10 مارس 1982م، وتضمن (17) مادة تحدد الأسس العامة لتنظيم استغلال الموارد المائية يمكن تلخيصها في الاتي:

المادة (1)

الماء شركة بين الناس ويلتزم كل شخص بالمحافظة على المياه وعدم الإسراف في استعمالها.

المادة (2)

مصادر المياه في ليبيا ملك للشعب، ويقصد بمصادر المياه في تطبيق أحكام هذا القانون كافة الموارد المائية الطبيعية سطحية كانت أو جوفية.

المادة (3)

تقسم ليبيا إلى مناطق مائية، كما حددت هذه المادة جهة الاختصاص في إصدار تراخيص عمليات الحفر الاستكشافي والإنتاجي، والرقابة على المياه، والتحقق من الأغراض المستعملة فيها، وجمع البيانات اللازمة لإدارة المصادر المائية في كل منطقة على أسس علمية سليمة.

المادة (4)

إصدار القرارات اللازمة لتطبيق نظام الري الجماعي، وتشكيل اللجان التي يناط بها تنفيذه.

المادة (5)

لكل شخص أن يشرب ويسقي حيواناته من البحيرات والأودية والينابيع على أن لا يترتب على ذلك ضرر بالمياه أو مصادرها أو الأراضي أو المنشأت المقامة عليها أو المجاورة لها، ولا يجوز استعمال المصادر المرخص بها لمنتفع إلا بأذن مسبق منه.

المادة (6)

يحضر تصريف الفضلات صلبة كانت أو سائلة في موارد المياه والزام جهات الاختصاص بدراسة مصادر التلوث واتخاد الإجراءات اللازمة لمكافحة هذا التلوث وإزالته، واتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة المياه الملوثة أو تصريفها أو استعمالها في أغراض مناسبة.

المادة (7)

لا يجوز لأي فرد أو جهة مباشرة أعمال الحفر بقصد التنقيب عن المياه أو الانتفاع بها، إلا بعد الحصول على ترخيص بذلك، وإلا تعرض المخالف لغلق البئر على نفقته مع عدم الإخلال بالعقوبات الجنائية المنصوص عليها، ولا يجوز الترخيص باستعمال المياه العذبة لحقن آبار النفط إلا في حالات الضرورة وبشكل مؤقت، كما أعطى القانون الحق لجهات الإختصاص بالاستيلاء على الآبار غير المستعملة وغلق الآبار المستغنى عنها، وكذلك غلق الآبار المنتجة لأسباب فنية تتعلق بالمصلحة العامة، وتحدد اللائحة التنفيذية لهذا القانون الأحكام الخاصة بأنواع الترخيص وإجراءات الحصول عليها وشروط منحها ومدد صلاحياتها وكذلك إجراءات تجديدها وتعديل شروطها أو الغائها.

المادة (8)

يكون الترخيص في الانتفاع بمصادر المياه طبقاً للاسبقيات التالية:

- الاستعمال البشري وسقي الحيونات.
- الأغراض الزراعية.
- الأغراض الصناعية والتعدين.

المادة (9)

إذا ظهرت دلائل على أن مخزوناً مائياً أو منطقة مائية تعاني من انخفاض أو تدهور في نوعية المياه يجب القيام باتخاد الخطوات التالية كلها أو بعضها:

- وضع منطقة المياه تحت نظام المراقبة الدقيقة.
- وقف عمليات الحفر والانتفاع بالمياه الجديدة وفي حالات الضرورة توضع المنطقة تحت نظام التوزيع المقيد أو نظام الحظر المطلق.

وإذا تناقص المخزون المائي في منطقة ما بشكل لايمكن معالجته يتم إحالة الموضوع إلى جهات الاختصاص لإخضاع المنطقة لنظام التوزيع المقيد للمياه أو نظام الحضر المطلق للانتفاع بالمياه حسب الظروف الهيدروجيولوجية لكل منطقة.

المادة (10)

أجازت للجهات المختصة منح تراخيص لأكثر من شخص في الانتفاع بمياه بئر واحد وطريقة الانتفاع.

المادة (11)

لا يحق لمن رخص له في الانتفاع بمياه مصدر مائي أن يحدث أضراراً بالمصدر المائي أو بمزروعات الغير أو أسواره وقنواته، وإذا أحدث ذلك ألزم بإزالة مصدر الضرر وإلا منع من الانتفاع بالمياه إلى أن يقوم بإجراءات تحول دون استمرار الضرر المذكور، ويلزم باصلاح ما وقع من ضرر.

المادة (12)

حددت هذه المادة الجهة المختصة بإصدار القرارات المتعلقة بالآتي:

- إصدار اللائحة التنفيذية لهذا القانون.
- تقسيم ليبيا إلى مناطق مائية.

- إخضاع إحدى المناطق المائية لنظام التوزيع المقيد أو نظام الحضر المظلق.

المواد من (12) إلى (15)

حدد القانون الجهات المختصة للبث في الاعتراضات على القرارات الصادرة بمقتضى هذا القانون، وكذلك مسئولية تحمل التكاليف المترتبة على استخدام مصادر المياه وتطويرها وحمايتها من التلوث، والرسوم المالية الخاصة بإصدار وتجديد التراخيص، والعقوبات لكل من خالف أحكام هذا القانون.

- **القرار رقم (798) لسنة 1982م بشأن اللائحة التنفيذية للقانون رقم (3) لسنة 1882م في شأن تنظيم استغلال مصادر المياه**

تتضمن اللائحة (52) مادة موزعة على 7 فصول تتعلق بالآتي:

- الفصل الأول: مصادر المياه والحقوق المترتبة عليها، يتكون من 26 مادة.
- الفصل الثاني: الأضرار التي تلحق بالمياه أو تنتج عنها، يتكون من 5 مواد.
- الفصل الثالث: ضوابط استعمال المياه ومنع تلوثها، يتكون من 4 مواد.
- الفصل الرابع: التنقيب عن المياه الجوفية، يتكون من 4 مواد.
- الفصل الخامس: الرقابة على المنشآت المائية وحمايتها، يتكون من 4 مواد.
- الفصل السادس: أحكام مالية، يتكون من 3 مواد.
- الفصل السابع: فض المنازعات، يتكون من 6 مواد.

كما صدر القرار رقم (94) لسنة 1984م، والقرار رقم (251) لسنة 1989م، والقرار رقم (431) لسنة (1993م) بتعدل بعض أحكام اللائحة التنفيذية للقانون رقم (3) لسنة 1882م في شأن تنظيم استغلال مصادر المياه.

9-4-4- القانون رقم (9) لسنة 2003م

يتكون هذا القانون من 3 مواد، حيث تنص المادة الأولى على رفع جميع القيود المفروضة على حفر آبار المياه المنصوص عليها في القانون رقم (3) لسنة 1982م.

9-4-5- قوانين لها علاقة بالمياه

أ- قانون الصحة العامة رقم (69) لسنة 1958م

- اللائحة رقم (1) لسنة 1960م

صدرت اللائحة رقم (1) لسنة 1960م في شأن موارد مياه الشرب وفقا للفقرة (2) من المادة (3) والمادة (5) و (6) من قانون الصحة العامة.
تتضمن اللائحة 10 مواد تتعلق بما يلي:

- الشروط الواجب توافرها في آبار المياه والخزانات والصهاريج أو عربة مياه أو غير ذلك مما تخزن أو تنقل به مياه الشرب.
- يجب أن تكون نتيجة فحص العينات مطابقة لمعايير المياه النقية الصالحة للشرب وذلك من الناحيتين الكيماوية والبكتريولوجية.
- إذا أثبت تقرير المعمل نتيجة لفحص إحدى العينات أن المياه غير صالحة للشرب، وجب على السلطات الصحية المختصة المبادرة إلى اتخاذ التدابير الآتية:
  - فحص البئر أو المورد وما جاوره.
  - الكشف عن مصدر التلوث لمنعه وإزالته.
  - تطهير مياه المورد بأحد المطهرات المعترف بها.

- فإذا تعذر منع مصدر التلوث أو إزالته أو تعدر عمل التطهير اللازم لسبب ما فإنه يجب إتخاذ الإجراءات العاجلة لإغلاق المورد ومنع استعمال مياهه للشرب.

- الحفاظ على الموارد المائية نظيفة، وعدم تلوثها أو إساءة استعمالها.

- تحدد اللائحة عقوبة أي شخص قام بأي فعل من شأنه تلويث موارد المياه أو الإضرار بصحة مستعمليها أو إلحاق الضرر بها أو تعطيلها. حيث تم تحديد العقوبة بالحبس لمدة لا تزيد على شهر واحد أو بغرامة لا تزيد على 10 جنيهات ليبيّة أو كليهما.

- **اللائحة رقم (2) لسنة 1960م**

صدرت اللائحة رقم (2) لسنة 1960م في شأن تصريف المياه المبتدلة والمواد القذرة وفقا للفقرة (3) من المادة (3) والمادة (5) و (6) من قانون الصحة العامة. تتضمن اللائحة 10 مواد تتعلق بما يلي:

- يجب أن يجهز كل مبنى بتركيبات وأجهزة صحية داخلية تكفل بطريقة فعالة صرف المياه أو المواد المختلفة ومياه الأمطار.

- في المدن التي توجد فيها مجاري عامة، يجب إيصال كل مبنى بهذه المجاري إذا كانت واقعة على مسافة لا تزيد على 50 متراً منها.

- على ملاك المباني الواقعة على طرق تمتد إليها المجاري العامة مستقبلاً أن يطلبوا من السلطات المختصة إيصال مبانيهم بهذه المجاري وذلك خلال ثلاثة أشهر من تاريخ إتمام إنشائها.

- للسلطات المختصة في الولاية أن تنشىء مجاري عامة في أي طريق سواء كان عاماً أو خاصاً، ولها في سبيل مد هذه المجاري وصيانتها أن تخترق أي شارع وأن تهدم أو تردم الحواجز والسراديب والحفر وغير ذلك.
- عند توصيل أي مبنى بالمجاري العامة يجب التأكد من سلامة التركيبات والأجهزة الصحية الموجودة داخل المبنى.
- المباني التي تقع في أماكن ليست بها مجاري عامة يجب أن تصرف مياهها وموادها المختلفة في خزانات أو مجاري خاصة تبنى تحت سطح الأرض طبقاً للمواصفات التي تضعها السلطات المختصة، بشرط ألا يتخلف عن إنشائها تسرب روائح كريهة أو تكاثر أي نوع من الحشرات أو تسبب تلوث لمياه الشرب أو أية أضرار صحية.
- حظر على ملاك المباني أو المنتفعين بها أو القائمين بإدارتها بالتخلص من المياه العادمة على سطح الأرض.
- تقوم السلطات الصحية بالتفتيش الدوري على جميع وسائل الصرف واجهزته داخل المباني وخارجها.
- على السلطات الصحية أن تأمر بسد أي خزان أو مجرور ترى في بقائه خطراً على آبار مياه الشرب المجاورة.
- كل خزان أو مجرور صدر الأمر بسده لا يجوز إعادة فتحه واستعماله.
- يحدد وزير الصحة بقرار منه المواصفات الصحية الواجب مراعاتها عند انشاء الخزانات والمجارير الخاصة مع تحديد طريقة تفريغها وتنظيفها.
- لا يجوز للسلطات المختصة تنفيذ أو تعديل أي مشروع للمجاري العامة ما لم توافق عليه السلطات الصحية.

- حددت عقوبة الشخص المخالف لأحكام هذه اللائحة بالحبس لمدة لا تزيد على شهر أو بغرامة لا تزيد على عشرة جنيهات أو كليهما.

ب- قانون رقم (15) لسنة 2003م في شأن حماية وتحسين البيئة

صدر القانون رقم (15) لسنة 2003م في شأن حماية وتحسين البيئة بدلاً من القانون رقم (7) لسنة 1982م. يتضمن القانون رقم (15) لسنة 2003م (79) مادة في (12) فصلاً، حيث خصص الفصل الرابع لحماية المصادر المائية، وتم تفصيل ذلك في (9) مواد (من المادة 39 إلى المادة 47) يمكن إيجاز محتواها فيما يلي:

المادة (39)

مصادر المياه في ليبيا ملك للشعب، ولكل شخص الحق في الحصول على مياه صالحة للشرب والاستعمالات الأخرى المسموح بها قانوناً وبكمية وضغط كافيين طبقاً للمواصفات والمعايير الصحية وفي الحدود التي تسمح بها النواحي الاقتصادية والتقنية المتاحة.

المادة (40)

يقصد بالمصادر المائية في تطبيق أحكام هذا القانون المياه التي تستعمل أو يمكن استعمالها أو يحتمل استعمالها أو تكون قابلة للاستعمال لأغراض الشرب والأغراض المنزلية أو لاستعمالها في الزراعة أو الصناعة أو الترفيه، سواء كان مصدر هذه المياه سطحياً أو جوفياً أو مياه تحلية أو أمطار أو سيولاً أو ما في حكمها.

المادة (41)

يلتزم كل من يستعمل المياه بالمحافظة عليها وعلى الجهات المكلفة بالإشراف على مصادر المياه إتباع الوسائل والطرق العلمية السليمة في الكشف عن

هذه المصادر واستعمالها اقتصادياً واتباع التقنيات التى تقلل من استهلاك المياه وضمان عدم احداث أية اضرار بها. وفي سبيل ذلك يجب إتباع مايلي:

- استعمال الخزانات الجوفية بما يضمن عدم تداخل مياه البحر ومياه الطبقات الأخرى الأكثر ملوحة أو أقل نوعية.
- تنظيم الصرف الزراعي الاقتصادي والعملي.
- استعمال المياه في الزراعة بالقدر اللازم والاقتصادي فقط ويجب اتباع الأنظمة الزراعية من ناحية نوعية المزروعات وطرق الري بما يكفل أقل استعمال للمياه وأكبر عائد للانتاج.
- تبني فكرة الدائرة المغلقة والخط العكسي بالنسبة للنشاطات الصناعية.
- منع إلقاء المواد السامة في المياه أو ممارسة أي نشاط يمكن أن يكون له تأثير على جودتها.

المادة (42)

على الجهات المكلفة بتوفير المياه عند توزيعها للمياه والاستهلاك من مصدر مائي مقنن الاستعمال توفير كمية من المياه منقاة وصالحة لإعادة الاستعمال في أغراض الشرب أو الزراعة أو الصناعة أو غيرها من الأغراض التي تسمح بها التشريعات النافذة.

المادة (43)

تعتبر مياه المخلفات المنزلية والصناعية مصدراً من المصادر المائية ولا يجوز التفريط فيها أو التخلص منها بعد معالجتها إلا إذا ثبت أن استعمالها غير عملي وعند ذلك فإنه يجب أن يكون التخلص وفق القواعد واللوائح الصادرة ودون أن ينتج عنه أي تلويث للبيئة.

المادة (44)

على الجهات المزودة لمياه الشرب، تطهير ومعالجة المياه، ومراقبة جودتها، والتأكد من سلامتها من النواحي الطبيعية والكيميائية والحيوية قبل وصولها إلى المستهلك.

المادة (45)

يحظر القيام بالقاء أو التخلص من أية مخلفات من شأنها أن تسبب تلوث المصادر المائية تلوثاً مباشراً أو غير مباشر.

المادة (46)

تحدد اللوائح والقرارات التنفيذية لهذا القانون الجهات القائمة على التخلص من المخلفات السائلة والصلبة والغازية، وطرق معالجتها، والمعايير والمواصفات اللازم توفرها في هذه المخلفات والتى تضمن سلامة مصادر المياه من التلوث.

المادة (47)

يتم التخلص من المخلفات السائلة في الاماكن غير الموصلة بشبكة المجاري العامة حسب المواصفات الفنية المعتمدة.

المادة (51) من الفصل السادس – إصحاح البيئة

على الجهات المعنية التنسيق والتعاون مع الجهات المختصة فيما يتعلق بوضع وتنفيذ البرامج اللازمة لتقديم الخدمات لتوفير بيئة صحية للمواطنين،أهم ما تشمله ما يلي:

- توفر كميات كافة من المياه الصالحة للشرب.
- التخلص الصحي من المخلفات الصلبة والسائلة وردم البرك والمستنقعات.
- مكافحة ناقلات المرض من حشرات وقوارض وحيوانات.

- انشاء المكبات النهائية للتخلص من المخلفات الحضرية، تراعى فيها المواصفات الفنية المتبعة والموقع الملائم وضرورة التخلص من القمامة في تلك الأماكن دون غيرها.
- التأكد من تطبيق الشروط الصحية في شواطئ الاستحمام وفيالحمامات والدورات المياه العمومية.
- التأكد من توفر الشروط الصحية في أماكن بيع المواد الغذائية ومحلات بيع منتجات الألبان ومصانع المشروبات والمخابز, ومعامل المأكولات والفواكه والتي تنتج المواد الغذائية المعلبة.

المادة (70) من الفصل الحادي عشر – العقوبات

يعاقب بغرامة لا تقل عن ثلاثة ألاف دينار ولا تتجاوز عشرة ألاف دينار كل من يلقى أية مخلفات أو يتخلص منها ويكون من شأن ذلك التسبب في تلويث المصادر المائية تلوثاً مباشراً أو غير مباشر أو إلقاء مواد مضرة بالصحة العامة وبالحيوانات في الخزانات ومجارى المياه.

ج- قانون رقم (112) لسنة 1973م في شأن تنظيم مزاولة أعمال حفر آبار المياه

يتضمن القانون 25 مادة تنص على عدم مزاولة أعمال حفر آبار المياه إلا بعد القيد في السجل الذي ينشأ لذلك وفق شروط قيد المقاول المحددة في هذا القانون، كما يتضمن القانون تصنيف المقاولين إلى ثلاث فئات حسب إمكانياتهم المادية وكفاءتهم الفنية بالاضافة إلى كيفية تنظيم تسجيل مقاولي حفر آبار المياه في هذا السجل وتشكيل اللجنة الخاصة بقيد المقاولين ولجنة الفصل في التظلمات من القرارات الصادرة من لجنة القيد وتحديد صفات اعضائها.

والزم القانون المقاول عند قيامه بحفر أي بئر مياه أن يزود الهيئة العامة للمياه بتقرير فني بعد الانتهاء من حفره يتضمن بيانات الوصف الصخري للبئر، نتائج الضخ التجريبي، سمك الطبقات الحاملة للمياه، التركيب الانشائي للبئر، التحليل الكيميائي للمياه، إنتاجية البئر، مستوى الماء الساكن ومستوى الماء المتحرك. وحدد القانون متى يتم الغاء قيد المقاول وكيفية الغاء القيد.

صدر القانون رقم (98) لسنة 1975م بتعديل بعض أحكام القانون رقم (112) لسنة 1973م. التعديل يتعلق بالمواد (12) الخاصة بتشكيل لجنة قيد مقاولي حفر أبار المياه، والمادة (16) الخاصة بتشكيل لجنة الفصل في التظلمات من القرارات الصادرة من لجنة القيد، والمادة (22) الخاصة بالعقوبات.

د- القانون رقم (2) لسنة 1979م بشأن الجرائم الاقتصادية

جاء في المادة 11 من الفصل الثاني من هذا القانون: "يعاقب بالسجن وبغرامة مالية لا تقل عن 1000 دينار كل من تسبب في الحاق ضرر جسيم بالمشاريع الزراعية أو الغابات أو المراعي أو مصادر المياه أو قام بقطع الأشجار أو إتلاف مزروعات أو إقامة مبان أو إجراء تقسيمات أو حفر آبار داخل الأراضي الزراعية دون الحصول على إذن بذلك من جهات الاختصاص. " كما يعاقب بالحبس مدة لا تقل عن 6 أشهر كل من اختلس الطاقة الكهربائية أو المياه من شبكات المرافق العامة.

هـ- القانون رقم (1) لسنة 1983م في شأن جهاز التفتيش الزراعي

نصت المادة الثانية من هذا القانون على أن يتولى رجال التفتيش الزراعي كل في حدود اختصاصه التأكد من أن تراخيص حفر آبار المياه التى تجري بموجبها عمليات الحفر نافذة المفعول.

9-4-6- قرارات لها علاقة بالمياه

أ- قرار وزير الزراعة والاصلاح الزراعي رقم (225) لسنة 1976م في شأن تنظيم زراعة أشجار الحمضيات.

ب- قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً بتقرير بعض الإجراءات في شأن توجيه الزراعة.

ج- قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً لسنة 1978م بتقرير بعض الاجراءات لزيادة الإنتاج الزراعي.

د- قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً لسنة 1980م في شأن اتخاذ بعض الإجراءات الخاصة بإعادة تخطيط وتنمية الشريط الساحلي. صدر هذا القرار لمعالجة الحالة التى آلت اليها الخزانات الجوفية على طول الشريط الساحلي الغربي حيث تضمن القرار تخفيض نسبة قدرها 30% من مساحات الأراضي الزراعية الواقعة حالياً تحت النظام المروي بمناطق الشريط الساحلي.

هـ- قرار أمين اللجنة الشعبية العامة للاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي سابقاً رقم (267) لسنة 1983م بتنظيم الري الزراعي.

و- قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (791) لسنة 1982م في شأن تقسيم ليبيا إلى مناطق مائية وقواعد ونظم إدارتها. يتضمن القرار 10 مواد يمكن تلخيصها كما يلي:

- قسمت ليبيا إلى خمس مناطق مائية تدار من قبل فرق فنية (حالياً فروع الهيئة).
- حدد القرار الجهة التى تتولى إدارة هذه المناطق وطريقة إدارتها كما حدد اختصاصاتها.

- تناول القرار قواعد استغلال الموارد المائية وخاصة في المناطق التى تعاني من عجز مائي ظاهر على النحو الآتي:
  - يحظر تغطية احتياجات التوسع في المشروعات القائمة أو الجديدة في مناطق سهل الجفارة والشريط الساحلي الغربي بسحب كميات إضافية من الخزان الأول.
  - يحظر حفر آبار مياه جديدة أو بديلة بمنطقة سهل الجفارة والمنطقة الجبلية المحيطة ويجوز أن يمنح المزارعون الملتزمون بتطبيق نظام التوجيه الزراعي تراخيص للمشاركة في مصادر المياه القائمة والقريبة من مزارعهم.
  - تخضع منطقة سهل بنغازي لنظام التوزيع المقيد للمياه على المزارعين ويمنع منعاً باتاً الحفر الإنتاجي في الجزء الشمالي من سهل بنغازي.
  - تخضع المنطقة بين الخمس ومصراته لنظام الحظر المطلق للانتفاع بالمياه.
  - تخضع منطقة حوض المرج لنظام الحظر المطلق للأنتفاع بالمياه.

- حدد القرار ضوابط الاستغلال الزراعي للمياه ووضع الأسس الكفيلة بتطبيق نظام الري الجماعي. كما حدد القرار ضوابط الاستغلال البشري للمياه، حيث نصت على عدم السماح بضخ كميات من المياه الجوفية تزيد على ما يتم سحبه حالياً لسد احتياجات الاستهلاك البشري للمدن الساحلية وتغطية العجز بإقامة محطات تحلية. وحدد القرار ضوابط أستغلال المياه للأغراض الصناعية أيضاً.
- الاولويات في دراسات الاحواض المائية الرئيسية.

ز- قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (95) لسنة 1984م بتعديل بعض أحكام القرار رقم (791) لسنة 1982م في شأن تقسيم ليبيا إلى مناطق مائية وقواعد ونظم إدارتها.

ح- قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم(47) لسنة 1993م بإضافة مادة جديدة إلى قرارها رقم (680) لسنة 1987م بلائحة تنظيم خدمات الطاقة الكهربائية تنص على حق الشركة العامة للكهرباء وقف الطاقة الكهربائية عن المتعاقد معه عند توافر إحدى الحالات المبينة فيما بعد ودون أن يكون له حق المطالبة بالتعويض:

- إذا خالف المتعاقد معه أحكام القرارات والقواعد التى تصدرها الهيئة العامة للمياه في شأن اخضاع منطقة ما لنظام الحظر الكامل أو الانتفاع المقيد للمياه بقصد منع الاضرار بمصادر المياه.
- إذا خالف المتعاقد معه الشروط التى تصدرها الهيئة العامة للمياه بشأن استغلال المورد المائي.
- إذا قدم المتعاقد معه معلومات غير صحيحة بغرض الانتفاع بمورد المياه دون وجه حق.
- إذا خالف المتعاقد معه التعليمات التى تصدرها الهيئة العامة للمياه بشأن مشاركة الغير له في مورد المياه القائم بمزرعته شريطة أن يدفع له تعويض عن جزء من التكاليف التى أنفقها يساوي نسبة المشاركة المقررة.

ظ- المنشور رقم (7) لسنة 2000م الذي ينص على تشجيع الفلاحين وتقديم المساعدات الممكنة لهم لاستغلال كافة الأراضي الصالحة للزراعة بأي نوع من أنواع المزروعات والمغروسات التى توفر الغذاء وتشجيعاً لذلك يسمح بحفر الآبار لغرض توفير المياه اللازمة لذلك.

ي- قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (82) لسنة 2002م الذي أسند إختصاصات الهيئة العامة للمياه فيما يتعلق بإصدار تراخيص الحفر والاذن بتوصيل التيار الكهربائي للآبار وكذلك العديد من الاجراءات ذات العلاقة بإدارة الموارد المائية إلى ما كان يعرف باللجان الشعبية بالشعبيات سابقاً.

9-5- الاستراتيجيات الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا

إن تنمية واستغلال الموارد المائية دون مراعاة للوضع المائي الراهن، في دولة تعاني من ندرة وشح المياه نتج عنه هبوط مستمر لمناسيب المياه صاحبه تدهور في النوعية إما نتيجة تداخل مياه البحر بالمناطق الساحلية، أو التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة في أغلب مناطق البلاد.

هذه المشاكل ستتفاقم مستقبلاً وتصبح من الصعب معالجتها ومنذرة بحدوث أزمة مائية خطيرة ستهدد طموحاتنا في التنمية والاستقرار، وستعرض الأجيال القادمة للخطر، لذلك يجب اعتبار الماء مورد وطني استراتيجي يجب الحفاظ عليه وحمايته وترشيد استهلاكه، وأن تكون القضايا المتعلقة بالمياه في مقدمة إهتمامات وأولويات السياسات الوطنية للدولة الليبية لتحقيق التنمية المستدامة والشاملة للموارد المائية بحيث تفي باحتياجات الحاضر والمستقبل، وذلك من خلال إتباع سياسة مائية وطنية لمواكبة التحديات الناتجة عن تزايد العجز المائي في كافة الاتجاهات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وتأمين استمرار الحياة على هذه الأرض لنا وللأجيال القادمة.

استراتيجيات المياه هي السياسات التي يجب اتباعها لإدارة الموارد المائية إدارة حكيمة من خلال تخطيط علمي سليم لتنمية واستثمار الموارد المائية بصورة معقولة ورشيدة لتواكب متطلبات برامج وخطط التنمية المختلفة، وتأخذ في الاعتبار

مصلحة الأجيال الحالية والقادمة، وتهدف إلى الحفاظ على الثروة المائية، وحمايتها من الهدر والاستنزاف والتلوث، لتحقيق أكبر فائدة ممكنة وفق الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

حددت قمة الأرض في ريودي جانيرو عام 1992م، ومؤتمر دبلن حول المياه والبيئة عام 1992م بعض المبادئ العامة كمرتكزات للسياسات المائية بشكل خاص والسياسات التنموية بشكل عام والتي أهمها ما يلي:

- **مبدأ الاستدامة:** تحقيق التنمية المستديمة ضماناً لحقوق الأجيال القادمة واستمرار الحياة على كوكب الأرض.
- **مبدأ العدالة في التوزيع:** تحقيق العدالة في مجال توفير المياه وتوزيعها كحصص على مستوى الأفراد والشرائح الاجتماعية وقطاعات التنمية.
- **سلامة البيئة:** استثمار الموارد المائية المتجددة أو غير المتجددة دون حدوث آثار سلبية مثل الهبوط المستمر والحاد لمناسيب المياه والتدهور في نوعية المياه بسبب التملح والتلوث.

في سنة 1999م تم إعداد الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا للفترة 2000 – 2025م، وفي سنة 2014م تم وضع تصور جديد للاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015م – 2050م بعد مراجعة الاستراتيجية السابقة، وتحديث تقرير الوضع المائي، وتقدير عدد السكان بناءً على معدلات النمو الوارد في تعداد السكان 1995– 2006م.

9-5- 1- الهدف من استراتيجية المياه

تهدف الاستراتيجية أساساً إلى إدارة الموارد المائية بما يكفل تحقيق تنمية مستدامة لهذه الموارد، وتأمين الاحتياجات المائية الحالية بالكمية والنوعية المناسبة لكافة مستهلكي المياه ولمختلف قطاعات التنمية، وتأمين حقوق الأجيال القادمة في المياه لاستمرار الحياة على هذه الرقعة من الأرض، وذلك من خلال:

- تقليص العجز المائي المتزايد مع الزمن.
- المحافظة على مستوى المعيشة الحالية اجتماعياً واقتصادياً.
- تنمية الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية، وتحقيق الاستخدام الأمثل لهذه الموارد.
- حماية الموارد المائية من الهدر والاستنزاف والتلوث.
- بناء شبكة معلومات مائية وطنية متكاملة، وتحسين أداء شبكات الرصد المائي.
- استرجاع تكاليف توفير المياه.
- تحديث وتطوير التشريعات المائية.
- تطبيق أسس الإدارة المتكاملة للموارد المائية.
- التطوير المؤسساتي وتنمية وتأهيل القدرات البشرية والفنية في مجال تنمية وإدارة الموارد المائية.
- رفع مستوى الوعي المائي والبيئي بين جميع فئات المجتمع، بما في ذلك مؤسسات المجتمع المدني.
- توطين ودعم صناعة التقنيات الحديثة في مجال تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي.
- تعزيز دور البحث العلمي في مجال إدارة الموارد المائية.

9-5- 2- الاستراتيجيات الوطنية للمياه المعدة خلال العقدين الماضيين

أ- الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا 2000-2025م

أعدت هذه الاستراتيجية في عام 1999م بناءً على قرار اللجنة الشعبية العامة سابقاً رقم (196) لسنة 1995، والمعدل بقرارها رقم (14) لسنة 1998 بتشكيل لجنة فنية تتولى دراسة شاملة للوضع المائي، وإقتراح الاستراتيجية الوطنية في هذا المجال بهدف وقف الاتجاه المتنامي للعجز المائي الكمي والنوعي، وذلك من خلال عكس أنماط الاستهلاك ووضع أسس للتنمية المستدامة للموارد المائية تضمن المحافظة على مستويات المعيشة وعلى المكاسب الاجتماعية والاقتصادية للأجيال الحاضرة وتأمين حقوق الأجيال القادمة في حياة كريمة من خلال حماية الموارد المائية، حيث تم تحديد مباديء عامة لهذه الاستراتيجية أهمها:

- المياه مورد استراتيجي تعتبر المحافظة عليه وحمايته مسؤولية كل مواطن ويكون هدره وسوء استعماله وتلويثه جريمة تستوجب عقوبات صارمة.
- الوضع المائي الراهن حرج جداً بسبب ما تواجهه الموارد المائية من إستنزاف كمي وتدهور نوعي وهو يستوجب إجراءات عاجلة.
- اتساع الرقعة الجغرافية لليبيا وطبيعة تضاريسها ومناخها والتوزيع السكاني يتطلب إمكانيات مالية وبشرية لتنفيذ وتشغيل وصيانة المشروعات المائية.
- تحقيق أهداف الاستراتيجية مرهون ببناء القدرات البشرية والمؤسساتية.

لإعداد هذه الاستراتيجية تم تجميع البيانات اللازمة لتقييم الوضع المائي خلال عام 1998م، وتقدير عدد السكان بإفتراض 3 معدلات للنمو السكاني:

- معدل نمو تناقصي خطي من 2.86% إلى 2.4%.
- معدل نمو ثابت (1995) 2.86 %.
- معدل نمو ثابت (1984-1995) 3.58 %.

وتم تقدير الاحتياجات المستقبلية للأغراض المختلفة حتى عام 2025م وفق عدد من التوجهات المحتملة لتأمين استدامة الموارد المائية وحمايتها والمحافظة على أفضل مستوى اجتماعي اقتصادي ممكن.

- الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض الحضرية تم تقديرها بناءً على 3 توجهات:
  - تناقص معدلات الاستهلاك إلى 200 لتر/شخص/السنة.
  - استمرار معدلات الاستهلاك بـ 250 لتر/شخص/السنة.
  - زيادة معدلات الاستهلاك إلى 300 لتر/شخص/السنة.
- الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض الزراعية تم تقديرها بناءً على توجهين:
  - ثبات كمية المياه المستهلكة على المستوى المقدر في سنة 1998.
  - ثبات حصة الفرد من المياه للأغراض الزراعية المقدر في سنة 1998.
- الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض الصناعية تم تقديرها بناءً على توجهين:
  - ثبات كمية المياه المستهلكة للأغراض الصناعية.
  - تناقص كميات الاستهلاك للأغراض النفطية.

وقد تم إعداد الموازنة المائية المستقبلية للمناطق المائية المختلفة (لكل منطقة مائية على حدة)، ثم تم إعداد الموازنة المائية على مستوى ليبيا، حيث تم تقدير إجمالي مصادر الموارد المائية لعام 1998م كما هو مبين في جدول (9-1)، وتم تقدير الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض المختلفة (حضري، زراعة، صناعة) من خلال افتراض عدة توجهات محتملة حسب البيانات المذكورة أعلاه (التوجهات الكلية حسب التوافقات الممكنة وصلت إلى 36 توجه).

جدول (9–2) يبين التوجهات الأكثر إحتمالاً للاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض المختلفة، وشكل (9–1) يبين الموازنة المائية التقديرية وفق التوجهات (أ – و). يتضح من خلال هذه البيانات بأنه سيكون هناك تقارب واضح بين الموارد المائية المتاحة والاحتيجات المائية التقديرية للأغراض المختلفة طوال فترة التقدير وفق التوجهات (أ، ج، هـ)، بينما يظهر عجز واضح في الميزان المائي العام على مستوى ليبيا للتوجهات (ب، د، و)، حيث يبدأ ظهور العجز في الميزان المائي مع سنة 2000م، ويتزايد خلال فترة التقدير ليبلغ أقصاه في عام 2025م. أي أن الموارد المائية الأساسية المتاحة للاستثمار خلال فترة التقدير لا تتناسب مع التوجهات (ب، د، و)، الأمر الذي يستوجب وضع سياسة مائية لإستثمار الموارد المائية تتضمن البدائل المحتملة لتوفير مصادر مائية لمواجهة التحديات والمتطلبات الحالية والمستقبلية لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة.

جدول (9–1) إجمالى مصادر الموارد المائية المتاحة (1998م)

المصادر المائية	الكمية (م م^3 / السنة)
مياه جوفية	2553.00
مياه سطحية	61.00
مياه تحلية	17.60
مياه صرف معالجة	24.18
الإجمالى	**2655.78**

ب- الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015–2050م

أعدت هذه الاستراتيجية في عام 2014م بناءً على قرار مجلس التخطيط الوطني رقم (3) لسنة 2012م، بتشكيل فريق من الخبراء يتولى مراجعة الاستراتيجية السابقة (الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا للفترة 2000–2025م المعدة في سنة 1999م)، ومراجعة وتحديث

معلومات الوضع المائي في ليبيا بناءً على ما هو متاح من بيانات، لإعداد الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015–2050م بما يتلاءم والوضع المائي لليبيا وللمحافظة على مواردنا المائية والحد من التدهور الكمي والنوعي لهذه الموارد ضماناً للتنمية المستدامة.

الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي أعدت بناءً على تحديد حصة الفرد من المياه للاغراض الحضرية والزراعية والصناعية. حيث تم إعادة النظر في تقدير احتياجات الزراعة المروية من المياه الواردة في الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا 2000–2025م المعدة في سنة 1999م، واستعمال ما تم التوصل إليه من تعديلات كمنطلق لتقدير الاحتياجات المائية المستقبلية، استناداً إلى معدلات النمو السكاني المتوقعة (1.78%) بناءً على نتائج التعدادات السكانية 1995م– 2006م وأنماط التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستهدفة.

- لقد تم تحديد حصة الفرد للاستهلاك الحضري والصناعي، بمقدار 125 م^3/فرد/السنة لكافة مناطق ليبيا طبقاً للبدائل الواردة أدناه طيلة فترة تطبيق الإستراتيجية.
- على اعتبار أن الزراعة هي المستهلك الأكبر للمياه في ليبيا، فهي تتجاوز 85% من إجمالي استهلاك المياه في بعض المناطق، عليه تم إقتراح موازنة مائية بنيت على توجهين رئيسيين:

التوجه الأول: وفيه تتناقص حصة الفرد من المياه المخصصة للزراعة مع الزيادة السكانية المتوقعة.

التوجه الثاني: وفيه تبقى حصة الفرد من المياه المخصصة للزراعة ثابتة مع النمو السكاني (أي زيادة الاحتياجات المائية الزراعية مع زيادة عدد السكان).

جدول (9-2) التوجهات الأكثر احتمالاً للاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض المختلفة

التوجه	التصنيف	التوضيح	
أ	ح1 ص2 ز1	ح1	التوجه الأول في تقدير الاحتياجات المائية للأغراض الحضرية (معدل نمو تناقصي خطي للسكان، ومعدل استهلاك الفرد 200 لتر/شخص/يوم).
		ص2	التوجه الثاني في تقدير الاحتياجات المائية للأغراض الصناعية (ثبات حصة الفرد من المياه للأغراض الصناعية، بالإضافة إلى الاحتياجات المائية للأغراض النفطية وفق بيانات المؤسسة الوطنية للنفط).
		ز1	التوجه الأول في تقدير الاحتياجات المائية للأغراض الزراعية (ثبات كمية المياه المستهلكة للأغراض الزراعية وفق مستوى الاستهلاك لسنة 1998).
ب	ح1 ص2 ز2	ح1	وفق التوضيح أعلاه.
		ص2	وفق التوضيح أعلاه.
		ز2	التوجه الثاني في تقدير الاحتياجات المائية للأغراض الزراعية (ثبات حصة الفرد من المياه للأغراض الزراعية وفقاً لمعدلات سنة 1998).
ج	ح5 ص2 ز1	ح5	التوجه الخامس في تقدير الاحتياجات المائية للأغراض الحضرية (معدل نمو ثابت للسكان وفق الفترة 1984 – 1995، ومعدل استهلاك الفرد 250 لتر/شخص/يوم).
		ص2	وفق التوضيح أعلاه.
		ز1	وفق التوضيح أعلاه.

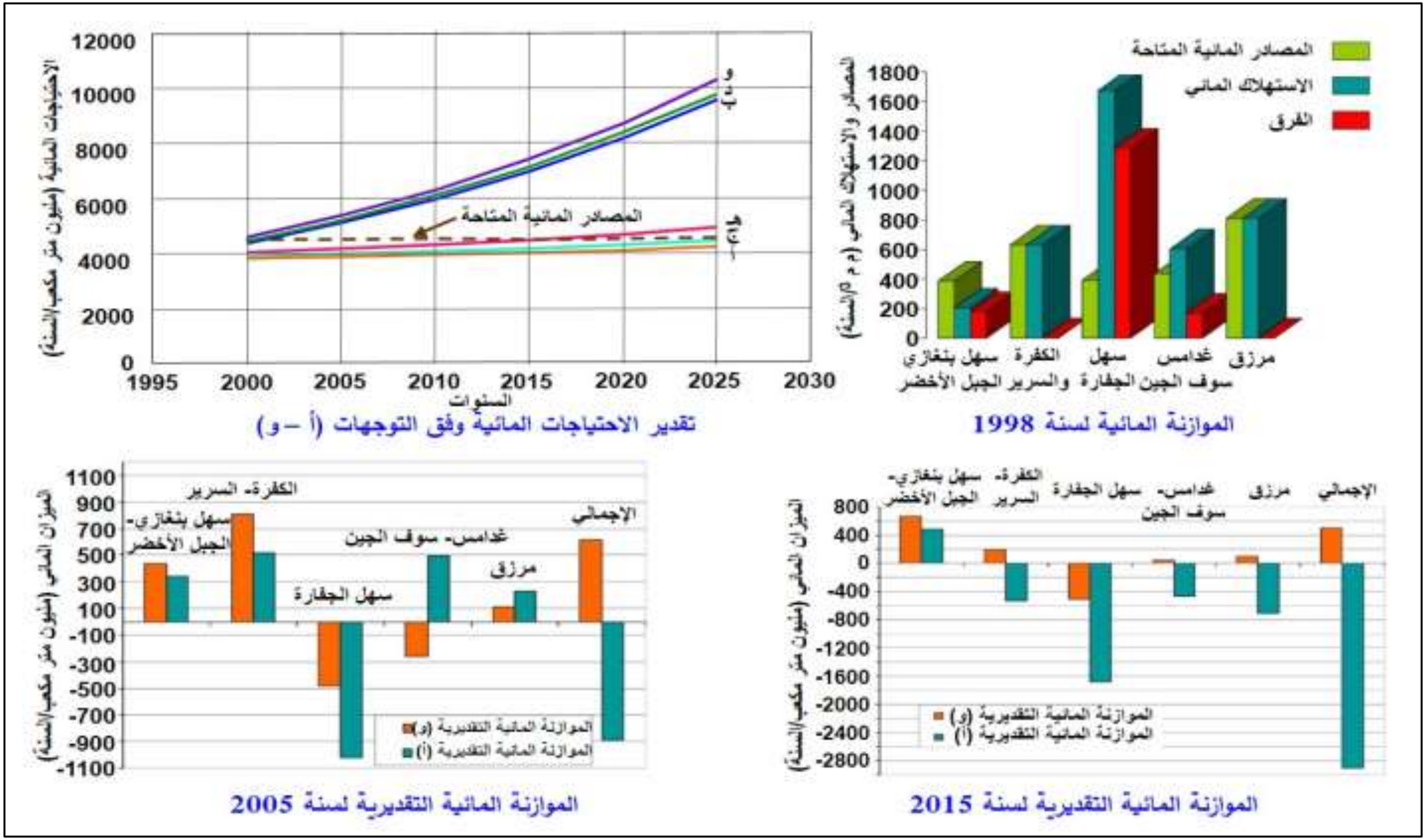
يتبع جدول (2-9) المختلفة

التوجه	التصنيف		التوضيح
د	ح$_{5}$ ص$_{2}$ ز$_{2}$	ح$_{5}$	وفق التوضيح أعلاه.
		ص$_{2}$	وفق التوضيح أعلاه.
		ز$_{2}$	وفق التوضيح أعلاه.
هـ	ح$_{9}$ ص$_{2}$ ز$_{1}$	ح$_{9}$	التوجه التاسع في تقدير الاحتياجات المائية للأغراض الحضرية (معدل نمو ثابت للسكان وفق الفترة 1954 – 1995، ومعدل استهلاك الفرد 300 لتر/شخص/يوم).
		ص$_{2}$	وفق التوضيح أعلاه.
		ز$_{1}$	وفق التوضيح أعلاه.
و	ح$_{9}$ ص$_{2}$ ز$_{2}$	ح$_{9}$	وفق التوضيح أعلاه.
		ص$_{2}$	وفق التوضيح أعلاه.
		ز$_{2}$	وفق التوضيح أعلاه.

المصدر: دراسة الوضع المائي والاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية 1999م.

ح: حضري **ص:** صناعي **ز:** زراعي

3،2،1 التوجهات المقترحة.



شكل (9-1) الموازنة المائية التقديرية وفق التوجهات المقترحة في الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا 2000-2025م

نظراً للتباين الجغرافي والمناخي وطبيعة المصادر المائية المتاحة بين مناطق الشمال والجنوب في ليبيا، فقد أتفق على تناول هذا الموضوع إنطلاقاً من بيئتين مناخيتين مختلفتين شمال وجنوب خط عرض 28^o شمالاً.

المنطقة الأولى: شمال خط عرض 28^o شمالاً حيث تتنوع مواردها المائية إلى مياه جوفية غير متجددة (منقولة)، ومياه جوفية وسطحية متجددة نسبياً ومياه تحلية مياه البحر (جدول 9-3).

المنطقة الثانية: جنوب خط عرض 28^o شمالاً حيث تعتمد على المورد الوحيد وهو مياه جوفية غير متجددة (جدول 9-4).

تم إقتراح ثلاثة بدائل لكل توجه في كلتا المنطقتين:

البديل الأول: كمية المياه المخصصة للزراعة تبقى كما هي دون تخفيض (أي تبقى 100%) في كلا التوجهين.

البديل الثاني: كمية المياه المخصصة للزراعة تخفّض بمقدار 25% من الإجمالي في كلا التوجهين (أي تبقى 75%).

البديل الثالث: كمية المياه المخصصة للزراعة تخفّض بمقدار 50% من الإجمالي في كلا التوجهين (أي تبقى 50%).

جدول (9-3) أجمالى مصادر الموارد المائية المتاحة

شمال خط عرض 28^o شمالاً

المصادر المائية	الكمية (م $م^3$/السنة)
النهر الصناعى	1477.00
تغدية سطحية	600.00
مياه سطحية	60.50
مياه تحلية	71.50
الإجمالى	**2209.00**

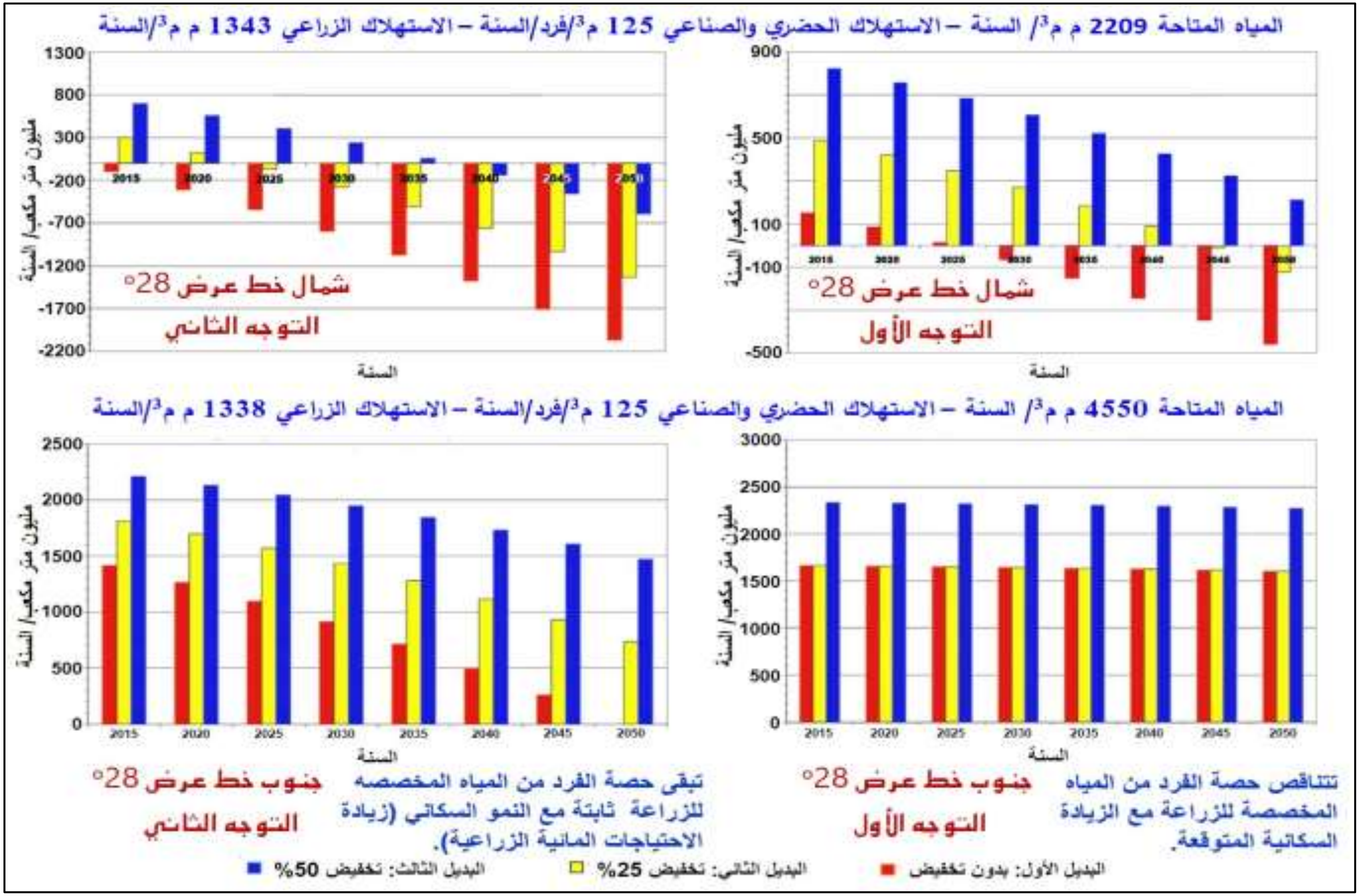
جدول (9-4) أجمالى مصادر الموارد المائية المتاحة

جنوب خط عرض 28^o شمالاً

المصادر المائية	الكمية (م م^3/السنة)
حوض الكفرة	1050
حوض السرير – تازربو	1500
حوض مرزق	2000
الإجمالي	**4550**

من خلال دراسة هذه التوجهات وبدائلها المتعلقة بتقدير الاحتياجات والموارد المتاحة والموازنة المائية (شكل 9-2)، يتضح أن البديل الثالث بالتوجه الأول شمال خط عرض 28^o شمالاً (تقليص كمية المياه المخصصة للاستهلاك الزراعي بنسبة 50%، والمقدرة بحوالي 671.5 م م^3/السنة) هو الأحسن والأنسب للمحافظة على الموارد المائية المتاحة، حيث لا ينتج عنه عجز مائي خلال الفترة المقترحة من 2015م إلى 2050م. وبصفة عامة ومن خلال الموازنة المائية للتوجه الأول (شمال خط عرض 28^o شمالاً) يتضح بأن العجز في الموازنة المائية يتوقع أن يبداء في سنة 2025م، وهذا يتطلب بالضرورة وضع خطة للتقليل من الاستهلاك الزراعي تدريجياً من سنة 2015م حتى سنة 2025م، على أن يستمر التخفيض التدريجي لتغطية العجز في الفترة ما بين 2025م – 2050م. أما في حالة تطبيق التوجه الثاني (شمال خط عرض 28^o شمالاً) فإنه من الآن يجب الأخذ في الاعتبار إيجاد البدائل اللازمة لسد العجز بزيادة كمية المياه لتتناسب مع النمو السكاني.

أما المنطقة الواقعة جنوب خط عرض 28^o شمالاً فيعتبر البديل الثاني في التوجهين الأول والثاني، هما الأنسب للمحافضة على المياه الجوفية جنوباً.



شكل (9-2) الموازنة المائية التقديرية وفق التوجهات والبدائل المقترحة في الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015-2050م

9-5- 3- تقييم الاستراتيجيات الوطنية

جدول (9-5) يتضمن البيانات والأسس والتوجهات التي بنيت عليها الاسترتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية الصادرة في 1999م والاستراتيجية الوطنية للأمن المائي التى تم الانتهاء من إعدادها في 2014م.

من خلال هذا الجدول يتضح الأتي:

- وجود اختلاف كبير جداً في حجم الموارد المائية المتاحة والمستغلة في الاستراتيجيتين، وهذا ناتج عن تحديث البيانات المائية المتاحة من خلال نتائج النماذج الرياضية الحديثة التي أجرتها الهيئة العامة للمياه للأحواض المائية الكبرى خلال الفترة من 2010م إلى 2011م. وكذلك تحديث بيانات الاستهلاك للأغراض المختلفة من واقع ما هو متاح من بيانات، بالإضافة إلى بيانات معدلات النمو السكاني وحصة الفرد من المياه للأغراض الحضرية والزراعية والصناعية.

- وجود اختلاف في التوجهات التي اعتمدت عليها الموازنة المائية في الاستراتيجيتين والطريقة والخطوات المتبعة للوصول إلى موازنة مائية على مستوى البلاد.

- الاسترتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية اعتمدت في تحديد الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض الحضرية على أساس معدلات استهلاك تتراوح ما بين 200 إلى 300 لتر/شخص/اليوم في حين اعتمدت الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي على تثبيت حصة الفرد من الاستهلاك المائي للأغراض الحضرية بحوالي 265 لتر/شخص/اليوم.

- من خلال استعراض نتائج الموازنة المائية المتحصل عليها من دراسة التوجهات المحتملة في الاستراتيجيتين يتضح بأنه في حالة زيادة حصة الفرد من المياه للأغراض الزراعية مع زيادة عدد السكان سيكون هناك عجز في الموازنة المائية

في أغلب الأحواض المائية خلال الفترة ما بين عام 2015م وعام 2025م، أما في حالة تناقص حصة الفرد من المياه للأغراض الزراعية مع زيادة عدد السكان (أي ثبات كمية المياه المخصصة للأغراض الزراعية) ستكون النتائج أفضل. أما في حالة تخفيض الاستهلاك الزراعي من المياه بنسبة 25% و 50% فسيزيد من تأخر ظهور العجز في الميزان المائي إلى ما بعد عام 2040م.

- تواضع أو غياب مساهمة الموارد المائية غير التقليدية والتي تشمل المياه المنتجة من محطات التحلية ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي في الموازنة المائية في الاستراتيجيتين.

جدول (9-5) البيانات والأسس والتوجهات للاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية والاستراتيجية الوطنية للأمن المائي في ليبيا

<table dir="rtl">
<tr><th>البند</th><th colspan="2">الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا
2000–2025م</th><th colspan="2">الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي في ليبيا
2015–2050م</th></tr>
<tr><td rowspan="2">موارد المياه المتاحة
(مليون متر مكعب)</td><td rowspan="2">2655.78
(1998م)</td><td rowspan="2">مياه جوفية: 2553
مياه سطحية: 61
مياه تحلية: 17.6
مياه صرف معالجة: 24.18</td><td>شمال خط عرض 28° شمالاً
2209 (2010م)</td><td>مياه متجددة: 600
مياه منقولة: 1477
مياه سطحية: 60.5
مياه تحلية: 71.5</td></tr>
<tr><td>جنوب خط عرض 28° شمالاً
4550 (2010م)</td><td>مياه جوفية: 4550</td></tr>
<tr><td rowspan="4">كميات المياه المستهلكة
(مليون متر مكعب/السنة)</td><td colspan="2">الاستهلاك الحضري 452.56 (1998م)</td><td colspan="2">الاستهلاك الحضري 598 (2010م)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">الاستهلاك الزراعي 3335.3 (1998م)</td><td rowspan="2">الاستهلاك الزراعي</td><td>1343 شمال خط عرض 28° شمالاً</td></tr>
<tr><td>1338 جنوب خط عرض 28° شمالاً</td></tr>
<tr><td colspan="2">الاستهلاك الصناعي 135.9 (1998م)</td><td colspan="2">الاستهلاك الصناعي 177 (2010م)</td></tr>
</table>

يتبع جدول (5-9)

<table>
<tr><th colspan="2">البند</th><th>الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا 2000–2025م</th><th colspan="2">الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي في ليبيا 2015–2050م</th></tr>
<tr><td rowspan="7">التوجهات</td><td rowspan="3">الاستهلاك الحضري</td><td>تناقص معدلات الاستهلاك إلى 200 لتر/شخص/اليوم</td><td rowspan="3">تثبيت حصة الفرد من المياه (265 لتر/شخص/اليوم)</td><td rowspan="5">تحديد حصة الفرد للاستهلاك الحضري والصناعي بمقدار:
125م^3/فرد/السنة لكافة مناطق ليبيا</td></tr>
<tr><td>استمرار معدلات الاستهلاك إلى 250 لتر/شخص/اليوم</td></tr>
<tr><td>زيادة معدلات الاستهلاك إلى 300 لتر/شخص/اليوم</td></tr>
<tr><td rowspan="2">الاستهلاك الصناعي</td><td>ثبات كمية المياه المستهلكة في 1998</td><td rowspan="2">تثبيت كمية المياه المستهلكة للصناعة (177 م م^3/السنة)</td></tr>
<tr><td>تناقص كميات المياه المستهلكة في النفط</td></tr>
<tr><td rowspan="2">الاستهلاك الزراعي</td><td>ثبات كمية المياه المستهلكة في 1998م</td><td>تناقص حصة الفرد من مياه الزراعة مع الزيادة السكانية</td><td rowspan="2">3 بدائل لكل توجه:
– كمية المياه تبقى دون تخفيض
– كمية المياه تخفض بمقدار 25%
– كمية المياه تخفض بمقدار 50%</td></tr>
<tr><td>ثبات حصة الفرد المحددة في 1998م</td><td>تثبيت حصة الفرد من مياه الزراعة مع الزيادة السكانية</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">اسس الموازنة المائية المستقبلية</td><td>تقييم الوضع المائي لسنة 1998م</td><td colspan="2">تقييم الوضع المائي لسنة 2010م</td></tr>
<tr><td>معدل النمو السكاني (2.4%، 2.8%، 3.58%)
التعداد السكاني 1954 – 1995م</td><td colspan="2">معدل النمو السكاني (1.78%) التعداد السكاني 1995 – 2006م</td></tr>
<tr><td>الموازنة المائية لكل منطقة مائية ثم على مستوى البلاد</td><td colspan="2">الموازنة المائية على مستوى البلاد</td></tr>
<tr><td colspan="2">مدة إعداد الاستراتيجية</td><td>3 سنوات</td><td colspan="2">سنة واحدة</td></tr>
</table>

الفصل العاشر – دراسة أحواض المياه الجوفية المشتركة

10-1- مقدمة

تتميز الصحراء الأفريقية بوجود أحواض رسوبية كبيرة تمتد لآلاف الكيلومترات المربعة داخل الحدود الدولية لأكثر من دولة. وتتكون هذه الأحواض من عدة أنظمة لخزانات المياه الجوفية ذات أهمية كبيرة، مثل حوض الحجر الرملي النوبي المشترك بين ليبيا ومصر والسودان وتشاد، وحوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك بين ليبيا وتونس والجزائر.

تعتبر هذه الأحواض المائية الكبرى المصدر الوحيد المتاح لتوفير المياه للأغراض المختلفة (حضري، زراعي وصناعي) لسكان المناطق الصحراوية في الدول المشتركة في هذه الأحواض، لذلك يعتبر حماية هذه الأنظمة المائية من الاستغلال المفرط والتلوث هي ضرورة حتمية، بالإضافة إلى أهمية تقييم الآثار المترتبة عن هذا الاستغلال دورياً من خلال التعاون المشترك لإدارة هذه الموارد.

لقد احرزت ليبيا تقدم كبير في مجال التعاون لإدارة واستغلال الأحواض المائية المشتركة مع الدول المجاورة، والتي كللت بانشاء الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية خزان الحجر الرملي النوبي وآلية التشاور لإدارة حوض الصحراء الشمالي الغربي.

10-2- حوض الحجر الرملي النوبي المشترك

يمتد حوض الحجر الرملي النوبي على مساحة تقدر بحوالي 2.199 مليون كيلومتر مربع، منها حوالي 760 ألف كيلومتر مربع في جنوب شرق ليبيا، وحوالي 828 ألف كيلومتر مربع في مصر، وحوالي 376 ألف كيلومتر مربع في شمال السودان وحوالي 235 ألف كيلومتر مربع في شمال شرق تشاد.

شكل (10-1) يبين إمتداد حوض الحجر الرملي النوبي المشترك.

يشمل الحوض خزانين رئيسيين هما، الخزان الجوفي الرملي النوبي (NAS)، وهو الأقدم والأكثر إنتشاراً، ويتواجد في المناطق الجنوبية، ويتكون معظمه من الحجر الرملي ويعود عمره الجيولوجي من الدهر القديم إلى الدهر الأوسط، والخزان الجوفي ما بعد النوبي (PNAS) ويتواجد في المناطق الشمالية، ويتكون من الرواسب البحرية عادة ما تكون من الحجر الجيري، المارل والطين يعلوها رواسب قارية يتراوح عمرها الجيولوجي ما بين السينوماني إلى العصر الحديث. شكل (10-2) قطاع يوضح تواجد خزانات المياه الجوفية بحوض الحجر الرملي النوبي المشترك.



شكل (10-1) حوض الحجر الرملى النوبى المشترك

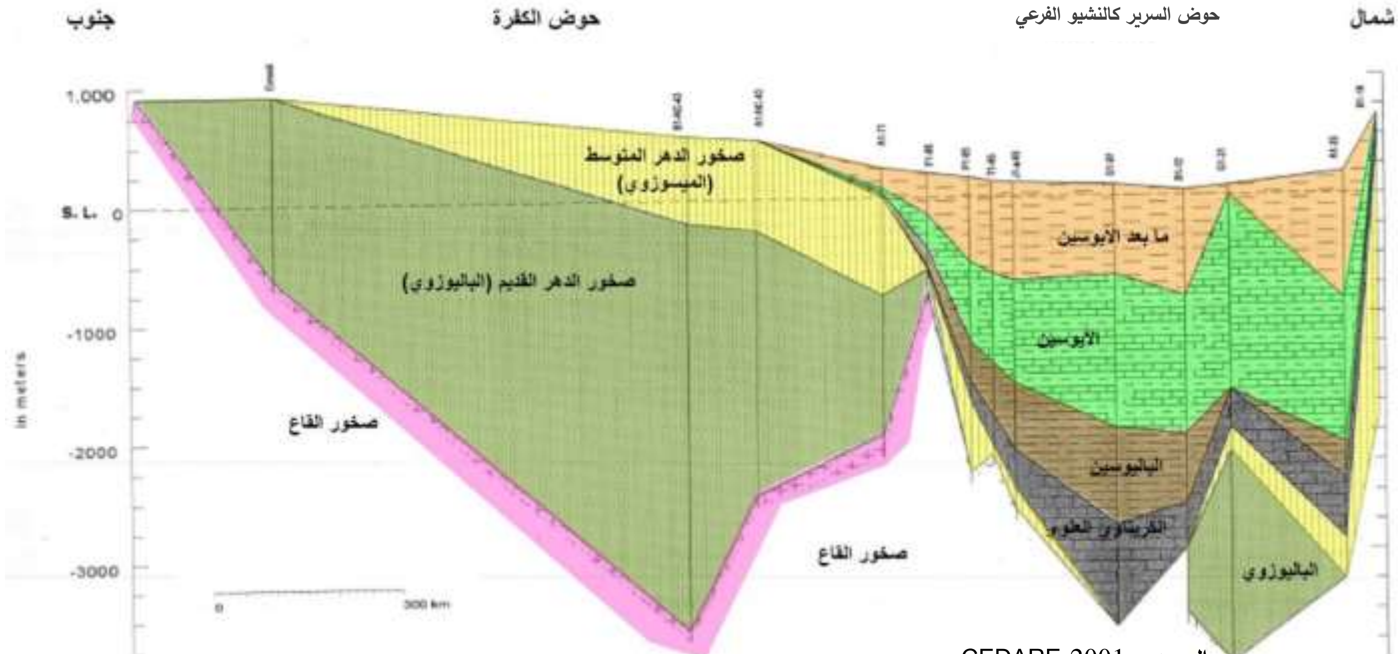
وهنا يجب أن ننوه بأن الخزان الجوفي ما بعد الإيوسين الموجود شمال حوض الكفرة يختلف كلياً عن الخزان الجوفي الرملي النوبي من حيث بيئة الترسب والتكوين الصخري والعمر الجيولوجي. حيث ينتمي الخزان الجوفي ما بعد الإيوسين إلى حوض السرير– سرت (المعروف باسم حوض سرير كالانشيو الفرعي). ويجب التعامل مع هذه الأحواض كأحواض مختلفة مع الأخذ في الاعتبار بأنه قد يكون هناك اتصال هيدروليكي أفقي بينهما.

تشترك البلدان الأربعة (ليبيا، مصر، السودان وتشاد) في ظروف مماثلة من المناخ الجاف، وندرة موارد المياه السطحية، والتعرض لنوبات الجفاف المستمر، والنظام البيئي الهش. وتعتبر المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي أو الوحيد المتاح لتلبية الطلبات المتزايدة للمياه.

محليا في ليبيا يعرف نظام الحجر الرملي النوبي بإسم حوض الكفرة، ونظام ما بعد النوبي بحوض السرير – سرت. وتستغل هذه الأحواض منذ منتصف الستينيات وأوائل السبعينيات في ري المشاريع الزراعية العامة في الكفرة والسرير. وتستخدم مياهها أيضا في أنشطة إنتاج النفط (في حوض السرير فقط)، وتم مؤخراً نقلها إلى المناطق الساحلية الشمالية من خلال المرحلة الأولى لمنظومة النهر الصناعي.

من خلال دراسة نظام الخزان الجوفي الرملي النوبي طور استراتيجية إقليمية لاستغلال مياه هذا النظام، وبدأت في تنفيذ آلية للتشاور لإدارة الموارد المائية في هذا النظام، وحفظها وحمايتها وتبادل المعلومات والخبرات بين البلدان المجاورة ودراسة الآثار البيئية التي يمكن أن تنتج عن تنمية الموارد المائية في المنطقة.

بدأت الدراسة في عام 1998م من قبل مركز البيئة والتنمية للمنطقة العربية وأوروبا (CEDARE)، حيث تم تمويل المرحلة الأولى من المشروع من الصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) وبمساهمة من البلدان المعنية.



المصدر: CEDARE 2001

شكل (10-2) خزانات المياه الجوفية بحوض الحجر الرملي النوبي المشترك

تضمنت الدراسة، استعراض الدراسات والتقارير والوثائق السابقة، وانشاء قاعدة بيانات إقليمية، وإعداد نموذج رياضي إقليمي لتحليل ومحاكاة السلوك الإقليمي للخزان الجوفي الرملي النوبي، لتوقع استجابة هذا الخزان الجوفي لمشاريع التنمية المخطط لها. ويساعد مشروع الدراسة أيضا في بناء القدرات بالمؤسسات الوطنية في البلدان المعنية، حيث اشتمل البرنامج التدريبي تطبيق النماذج الرياضية للمياه الجوفية وقواعد البيانات ونظم المعلومات الجغرافية، وتركيب واستخدام معدات الرصد المتقدمة. وزودت البلدان الأعضاء بالمعدات الميدانية والمكتبية والأدوات والبرمجيات اللازمة لجمع البيانات وتحليلها.

في عام 2006م، تم البدأ في استكمال هذه الدراسة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) ومرفق البيئة العالمية (GEF)، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) بإستخدام النظائر المشعة من أجل تحديث البيانات الهيدروجيولوجية ووضع نموذج إقليمي جديد لتحديد من خلال فهم سلوك النظام ودراسة الآثار البيئية الناتجة عن استغلال المياه.

10-2-1- الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية خزان الحجر الرملي النوبي المشترك

في إطار التعاون والعمل المشترك في مجال إدارة الموارد المائية، تم التوقيع على محضر اتفاق بين الجهات المعنية في الدولة الليبية ومصر، والذي يشير في فقرته الخامسة إلى انشاء هيئة مشتركة لدراسة وتنمية خزان الحجر الرملي النوبي بين ليبيا ومصر. وتنفيذاً لذلك تم في اجتماع الدورة الثالثة للجنة العليا العربية الليبية المصرية المنعقد في طرابلس خلال الفترة من 1 إلى 4 أكتوبر 1992م مناقشة الأسس التي تقوم عليها الهيئة والتي أعدت من قبل لجنة مشتركة في 1991/6/29م على هيئة محضر إتفاق، تم التوقيع على محضر

الإتفاق المشار إليه والخاص بانشاء الهيئة المشتركة، هذا الإتفاق يشير إلى أن مقر الهيئة المشتركة طرابلس ليبيا.

وبالإشارة إلى محاضر اللجان العليا المشتركة بين كل من السودان وتشاد والتي تشير إلى التعاون المشترك في مجال المياه من خلال تبادل المعلومات والخبرات في الحوض المشترك وإلى طلب الجانبين السوداني والتشادي بالإنضمام إلى الهيئة المشتركة، فقد تم قبول السودان كعضو رسمي بالهيئة في الإجتماع الثاني لمجلس إدارة الهيئة المشتركة المنعقد في 1995/4/18م، وتم قبول تشاد كعضور سمي بالهيئة في الإجتماع الرابع لمجلس إدارة الهيئة المشتركة المنعقد في 1999/3/18م، وبهذا يصبح عدد الدول المكونة للهيئة (4) دول وهى: ليبيا ومصر والسودان وتشاد.

وكان الهدف من انشاء الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية خزان الحجر الرملي النوبي هو:

- دراسة وتنمية واستثمار الموارد المائية بخزان الحجر الرملي النوبي.
- الحماية والمحافظة علي مياه خزان الحجر الرملي النوبي وترشيد استعمالها وتسخيرها لخدمة التنمية الاقتصادية والاجتماعية الشاملة في الدول المشتركة في هذا الخزان.
- وضع خطة عمل إستراتيجية إقليمية للإستخدام المستدام لطبقة المياه الجوفية لخزان الحجر الرملي النوبي وانشاء القاعدة من أجل وضع خطة استراتيجية إقليمية للتنمية.

تتولى الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية خزان الحجر الرملي النوبي الإختصاصات التالية:

- تجميع كافة المعلومات والبيانات ونتائج الدراسات التي أجريت من قبل الدول المعنية والعمل على تبويبها وتحليلها والربط فيما بينهم.
- إعداد وتنفيذ كافة الدراسات التكميلية المطلوبة لتحديد المعالم الكاملة لهذا الخزان من الناحيتين الكمية والنوعية.
- وضع برامج ومخططات استغلال المياه وإقتراح السياسة المشتركة في مجال تنمية واستغلال الموارد المائية على المستوى المحلي والإقليمي وتنفيذ السياسة المشتركة للموارد المائية ووضع الخطط والبرامج والأطر اللازمة لتنفيذها.
- الإدارة المائية لهذا الخزان على أسس علمية.
- العمل على تحقيق التعاون في مجال التدريب والتأهيل المتعلق بالموارد المائية.
- العمل على ترشيد استهلاك مياه خزان الحجر الرملي النوبي في الدول المشاركة.
- دراسة النواحي البيئية لتنمية الخزانات الجوفية ومقاومة التصحر واستخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة.
- عقد الندوات ونشر المعلومات ذات الصلة بهذا الخزان مع توثيق الصلات بالمنظمات والهيئات الإقليمية والدولية ذات العلاقة.

يدير الهيئة المشتركة مجلس إدارة مؤلف من ثلاثة أعضاء غير متفرغين لكل بلد (شكل 10-3). تكون رئاسة الهيئة المشتركة بين الدول الأعضاء بالتناوب ويسمى الرئيس من قبل الوزير المختص على أن تكون الرئاسة لمدة سنة.

يعين مجلس الإدارة مديراً عاماً تنفيذياً يتولى كافة الأعمال التنفيذية والإشراف على الدراسات الفنية وإعداد المحاضر والقرارات، ويكون رئيساً مشرفاً على الجهاز الفني والإداري والمالي للهيئة، وينفذ توصيات وقرارات مجلس إدارة الهيئة، ويكون تعيينه لفترة ثلاث سنوات قابلة للتجديد، وتحدد اللائحة التنظيمية شروط خدمته.

يعقد مجلس إدارة الهيئة ثلاثة إجتماعات دورية كل سنة في مقرها أو في إحدى الدول الأعضاء، ويمكن عقد هذه الاجتماعات في أوقات أخرى بناء على طلب البلد العضو، ويكون الاجتماع قانونياً بحضور ثلثي الأعضاء عن كل جانب وتكون قرارات الهيئة باتفاق الأعضاء الحاضرين وفي حالة إختلاف وجهات النظر ترفع إلى جهات الاختصاص العليا بكل دولة.

للهيئة المشتركة مكاتب وفروع في البلدان الأعضاء. ويتألف كل مكتب فرعي من مدير وسكرتير إداري ومنسق للمعلومات.

مصادر تمويل الهيئة ونظامها المالي يشمل النقاط التالية:

- تتحمل الدول المشاركة في الهيئة ميزانية الهيئة بنسب متساوية لكل منها.
- تمنح الهيئة الاستقلالية والصلاحيات المالية للاضطلاع بمسئوليتها.
- تضع الهيئة مشروع ميزانية سنوية لها تقدم للإعتماد من قبل مجلس الإدارة قبل ثلاث أشهر من بداية السنة المالية، تشمل الميزانية المقر الرئيسي والفروع.
- تبدأ السنة المالية للهيئة مع بداية السنة المالية لدولة المقر.
- يتم تحديد المصارف التي تودع فيها الإعتمادات المالية للهيئة طبقاً لبنود الميزانية من قبل مجلس الإدارة.
- تضع الهيئة حساباً ختامياً سنوياً.



شكل (10-3) مكونات مجلس إدارة الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية خزان الحجر الرملي النوبي

10-2-2- برنامج العمل الاستراتيجي الإقليمي لنظام الخزان الجوفي الرملي النوبي

أعد مشروع برنامج العمل الاستراتيجي (SAP)، والتحليل التشخيصي للخزانات الجوفية المشتركة (SADA) من قبل فريق من الخبراء من البلدان الأربعة بدعم مالي من مرفق البيئة العالمية (GEF)، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (UNESCO)، والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA).

يهدف البرنامج إلى وضع إطاراً للإجراءات الإدارية المتفق عليها لمعالجة الأهتمامات الرئيسية للمياه العابرة للحدود (الأحواض المائية المشتركة) والاهتمامات المشتركة بين الدول، ولتعزيز الإطار اللازم لتطوير الآلية القانونية والسياسية والمؤسساتية من أجل التشارك في إدارة حوض الحجر الرملي النوبي المشترك.

تتمثل أهداف برنامج العمل الاستراتيجي في إيجاد رؤية إقليمية لنظام الخزان الجوفي الرملي المشترك، وإقتراح وسائل لتحقيق ذلك من خلال الأهداف والإجراءات الإدارية. ويدعم برنامج العمل الاستراتيجي دعماً كاملاً دور الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية خزان الحجر الرملي النوبي. وقد تم تطوير هذا البرنامج من قبل فرق في الدول المشتركة في هذا الخزان الجوفي من خلال إعداد التقارير الوطنية وتحديد الإجراءات الوطنية ذات الأولوية. وحددت البلدان الأربعة المشتركة الإهتمامات المتعلقة بمياه الأحواض المشتركة، لغرض إعداد التحليل التشخيصي للخزان الجوفي.

لقد تم التوقيع على إتفاقية برنامج العمل الاستراتيجي الإقليمي (SAP) للخزان الجوفي الرملي النوبي المشترك من قبل وزراء المياه في البلدان الأربعة بتاريخ 2013/09/18م.

حيث إتفق الموقعون بأن برنامج العمل الاستراتيجي هذا يعكس الرؤية المشتركة للتعاون لإدارة نظام الخزان الجوفي الرملي النوبي المشترك، ويصف الاستراتيجيات اللازمة لتحقيق هذه الرؤية، وأكد المتفقون بالتزامهم لتنفيذ الإجراءات اللازمة لحماية الموارد المشتركة والحفاظ على استدامة النظام البيئي وسبل العيش للشعوب، وبمشاركة كاملة من الهيئة المشتركة.

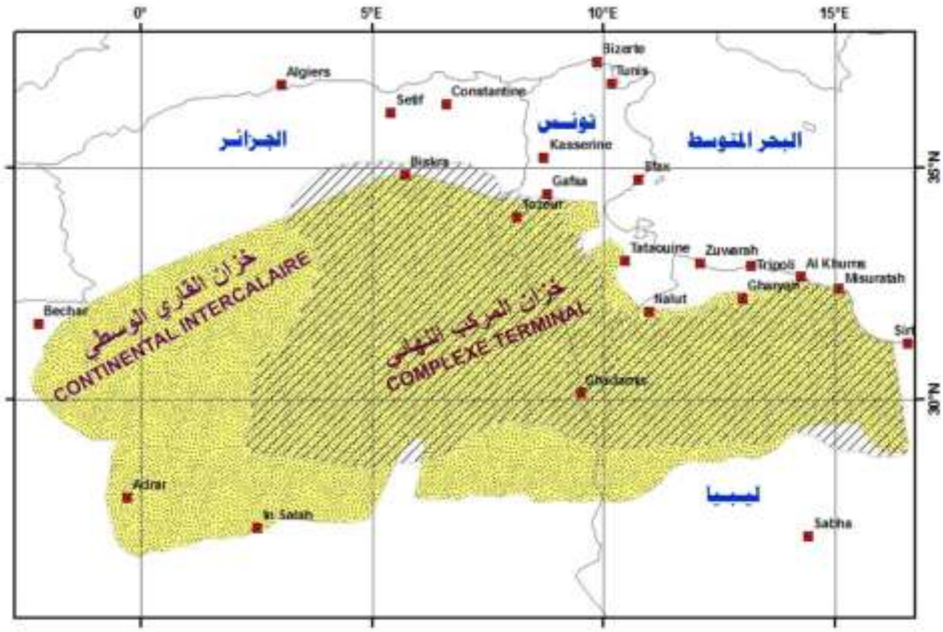
10-3- حوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك

يمتد حوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك (NWSAS) على مساحة تبلغ حوالي 1 مليون كيلومتر مربع، منها 700 ألف كيلومتر مربع في الجزائر و 60 ألف كيلومتر مربع في تونس و 250 ألف كيلومتر مربع في ليبيا، يعتبر أحد أهم الأحواض في المنطقة الشمالية الغربية من أفريقيا. يعرف هذا الحوض في ليبيا بإسم حوض غدامس – سوف الجين. شكل (10-4) يبين إمتداد حوض الصحراء الشمالي المشترك.

يحتوي حوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك على عدد من طبقات الصخور الرسوبية الحاملة للمياه الجوفية يمكن تصنيفها إلى نظامين أساسيين لخزانات المياه الجوفية. نظام خزانات المياه الجوفية السفلى ويتكون من طبقات سميكة من الحجر الرملي القاري التابعة للعصر الطباشيري السفلي إلى العصر الجوراسي السفلي، والمعروف إقليمياً بإسم الخزان القاري الأوسط "Contental Intercalaire" ومحلياً الخزان الجوفي ككلة. ونظام خزانات المياه الجوفية العلوي الذي يتكون من تكوينات الصخور الكربونية التي يرجع عمرها الجيولوجي إلى العصر الطباشيري العلوي المعروف إقليمياً بخزان المركب النهائي (Comlex Terminal) ومحلياً بخزانات المياه الجوفية نالوت ومزدة. شكل (10-5) يوضح نظام خزانات المياه الجوفية بحوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك.

بدأت دراسة الحوض في يوليو 1999م بتمويل من الصندوق الدولي للتنمية الزراعية وبمساهمة المانحين الآخرين مع البلدان الثلاثة المعنية.

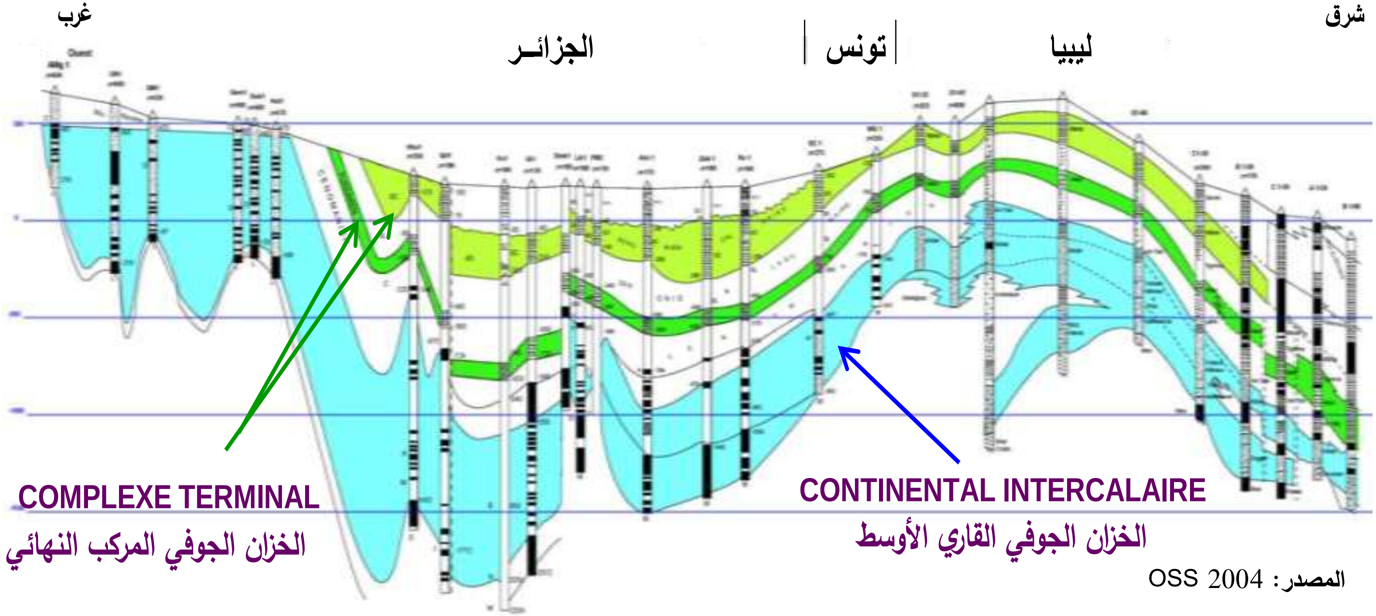
وقد تم تحديد مرصد الصحراء والساحل(**Sahara and Sahel Observatory – OSS**) رسمياً من قبل الدول والشركاء الماليين كهيئة تنفيذية للمشروع، وتم اختيار دولة تونس لاستضافة فريق إدارة المشروع.



شكل (4-10) حوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك

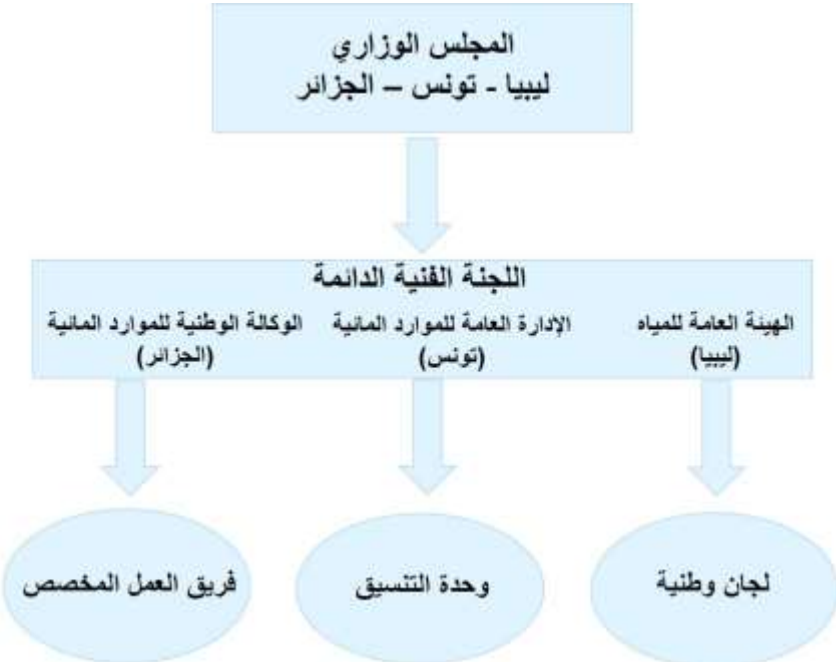
يعرف المشروع بإسم (**The North Western Sahara Aquifer System- SASS**). ويتمثل هدفه الرئيسي في تحديد الظروف الهيدروجيولوجية للحوض، وبناء قاعدة بيانات، وإعداد نموذج رياضي إقليمي قادر على تمثيل سلوك طبقات المياه الجوفية في إطار خطط التنمية المقترحة، والعمل كأداة إدارية للحوض من أجل تحقيق المصالح المشتركة للبلدان.

وقد أنجزت المرحلة الأولى من المشروع بنجاح. وعقدت اجتماعات تقنية، ونظمت عدة حلقات عمل ودورات تدريبية تغطي مختلف أنشطة المشروع، بالإضافة إلى توريد المعدات والبرمجيات والمركبات التي جعلت جمع البيانات وتفسيرها وتبادلها ممكنا.



شكل (5-10) نظام خزانات المياه الجوفية بحوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك

وانشئت آلية للتشاور لإدارة استغلال موارد المياه في الحوض بين البلدان الثلاثة كمرحلة ثانية من المشروع تمولها منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) بمساهمة من البلدان المعنية (شكل 10−6)، ويتضمن استعراض التشريعات الحالية للموارد المائية، وإقتراح التعديلات اللازمة لتحسين إدارة الموارد المشتركة، كما سيحسن النظم الإدارية، ويشرع في وضع إطار لتبادل المعلومات لتحقيق الأهداف الإنمائية.



شكل (10-6) هيكلية آلية التشاور لحوض الصحراء الشمالي الغربي

الفصل الحادي عشر – الرؤية المستقبلية للسياسة المائية في ليبيا

11-1- مقدمة

لقد ارتبط استقرار الإنسان على وجه الأرض وازدهار حضارته وتقدمها ارتباطاً وثيقاً بوجود المياه، لما يشكله الماء من حالة استقطاب للأفراد وللجماعات مهدت لإقامة المجتمع وإرساء أسسه وإيجاد اللبنة الأولى لقيامه من خلال إقامة التجمعات السكانية بالقرب من الموارد المائية الطبيعية، ولم تتوقف حاجة الإنسان للمياه عند حدود الاستخدام الشخصي ولا عند أهمية الاستقطاب والتجمع، بل تعدت أهميته لتشمل كل مجالات الحياة في النقل والزراعة والصناعة وتربية الحيوانات وغيرها على جميع المستويات المحلية والاقليمية والعالمية.

كان دور الماء ومنذ الأزل بالغ الأهمية في تحديد استقرار التجمعات البشرية وكان أحد عوامل انهيار أغلب هذه الحضارات حينما نضبت موارد المياه أو عندما أساء الناس استخدام هذه الموارد. ومن هنا فإن استغلال المياه يحتاج إلى إدارة حكيمة وتخطيط علمي سليم يضع مصلحة الاجيال الحالية والقادمة فوق كل اعتبار، ويهدف إلى الحفاظ على الثروة المائية.

لقد لعبت المياه دوراً هاماً في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية في ليبيا خلال العقود الماضية من خلال تنمية الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية، شملت حفر آبار المياه، وانشاء السدود، ومحطات التحلية

تدل المؤشرات على أن السياسات المائية المطبقة خلال العقود الأربعة الماضية غير مستدامة، حيث كان التركيز فيها على توفير المياه للمشاريع التنموية، وإغفال النواحي البيئية الناتجة عن تنفيذ هذه المشاريع، كذلك لم تستطع مواكبة التحديات

الناتجة عن تزايد العجز المائي في كافة الاتجاهات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وقد عانت الموارد المائية التقليدية في تلك العقود من حفر الآبار العشوائي، وضخ المياه دون مراعاة لخطورة الوضع المائي، وإهمال تطبيق التشريعات المائية أدى إلى استهلاك المياه غير المرشد نتج عنه هبوط مستمر لمناسيب المياه صاحبه تدهور في النوعية نتيجة تداخل مياه البحر بالمناطق الساحلية، بالإضافة إلى التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة، وأما في الأحواض الجنوبية، فإن المياه المنتجة تتم على حساب النضوب التدريجي للخزانات الجوفية (المياه التي يتم ضخها هي مياه جوفية غير متجددة).

ان تنمية واستغلال الموارد المائية دون مراعاة للوضع المائي الراهن في دولة تعاني من الندرة والشح المائي سيؤدي إلى تفاقم الظواهر السلبية مستقبلاً، ويصبح من الصعب معالجتها ومنذرة بحدوث أزمة مائية خطيرة ستهدد طموحاتنا في التنمية والاستقرار، لذلك ظهرت الحاجة إلى إتباع سياسة مائية لمواجهة ومعالجة الأزمة المائية وتأمين استمرار الحياة على هذه الأرض لنا وللأجيال القادمة من خلال وضع أسس وضوابط لتنمية واستثمار الموارد المائية بصورة معقولة ورشيدة، وتطوير قطاع المياه على المستويين المؤسسي والتشغيلي على أسس واقعية وعلمية تحقق الإدارة المثلى وتضمن سلامة واستدامة مصادر المياه والحفاظ عليها من مخاطر الأستنزاف والتلوث والنضوب.

11-2- السياسة المائية المستقبلية

لوضع سياسة مائية متكاملة يحب الأخذ في الاعتبار النقاط التالية:

أ- ليبيا تقع ضمن مناطق المناخ الجاف وشبه الجاف المتميز بقلة معدلات سقوط الأمطار، والافتقار إلى مصادر المياه السطحية دائمة الجريان،

كما أن الصحراء تغطي أكثر من 80% من مساحة البلاد، وإن الجزء المتبقي من المساحة هو عبارة عن شريط ساحلي معرض للتصحر.

ب- مواجهة التحديات التي تعترض أو تعرقل أو تؤثر على إدارة الموارد المائية، وتوفير متطلبات التنمية المستدامة المتنامية مع الزمن، آخذاً في الاعتبار **أن** كمية المياه العذبة محدودة وأن معظمها يأتي من خزانات المياه الجوفية غير المتجددة (المياه الأحفورية)، وأن الموارد المائية المتاحة اقتصادياً في بعض الأحواض، خاصة أحواض المياه الجوفية الواقعة شمال البلاد، قد تم تطويرها لأقصى معدل، بالإضافة إلى تدهور نوعية المياه بسبب التلوث الذي سيقلل من حجم المياه العذبة المتاحة. كما أن الطلب على المياه في تزايد مستمر استجابة للنمو السكاني وارتفاع مستوى المعيشة مع توسع النمو الحضري والاقتصادي (الزراعي والصناعي)، وهذا سيجعل الطلب على المياه أقل بكثير من الكميات المتاحة من المياه مستقبلاً، وسيؤدي هذا الوضع إلى احتمال حدوث كوارث بيئية واقتصادية وصحية واجتماعية.

ج- التخطيط التكاملي بمشاركة كافة القطاعات الاقتصادية المستهلكة للمياه والجهات المعنية بالشأن المائي من خلال نظرة شمولية تأخذ في الاعتبار اهتمامات ومصالح جميع هذه القطاعات وتطويرها ومتابعة تنفيذها وتحديد آليات المتابعة والتقييم والتنسيق المستمر بين مختلف القطاعات بهدف تحقيق أكبر فائدة ممكنة على المستوى العام وفق الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

د- إعادة النظر في الخطط الموضوعة ومراجعتها وتطويرها كلما تغير الواقع الفعلي، على أن تتضمن هذه الخطط توزيع حصص المياه بين

مختلف المستفيدين ووضع أهداف قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل لتنمية وإدارة الموارد المائية المتاحة.

هـ- يجب أن يتحول اهتمام السياسات العامة من إدارة العرض إلى إدارة الطلب المستديم ومن إدارة الأزمة إلى التخطيط طويل الأمد، وأن تكون السياسات المائية مرتبطة بالسياسات الزراعية والصناعية والعمرانية، وتبنى على الاستغلال العقلاني (المدروس) للمياه، وتتضمن اتخاذ التدابير الوقائية (استراتيجيات أو إجراءات استباقية) للحد من مخاطر ندرة المياه، والحد من تبذيرها للتخفيف من الآثار السلبية لنقص المياه وتدهور نوعيتها.

و- إعداد المخططات والخطوات الاستثنائية والبدائل اللازمة لمواجهة الأزمات الناتجة عن النقص في الإمداد المائي للأغراض المختلفة، وحماية مصادر المياه من التلوث، وحل المشاكل الناتجة عن الأعطال المفاجئة بمحطات الضخ، ومحطات التحلية، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، وتكليف الجهات المختصة بإعداد البرامج اللازمة للاستفادة من المياه المحجوزة خلف السدود، وكذلك مياه الصرف الصحي بعد معالجتها وغيرها من الموارد المائية المتاحة، ومتابعة تنفيذ هذه البرامج.

لتحقيق أهداف السياسة المائية للتنمية المستدامة للموارد المائية، وتنفيذ المخططات اللازمة لإدارتها واستثمارها الاستثمار الأمثل وحمايتها والمحافظة عليها من الهدر والإستنزاف والتلوث، تم إقتراح رؤية مستقبلية لسياسة مائية تشمل الاتي:

11-2-1- البنية المؤسساتية لإدارة الموارد المائية

تؤكد أغلب التقارير والدراسات بأن قسماً كبيراً من مشكلة المياه يعود إلى غياب الإدارة الرشيدة للموارد المائية، ربما أكثر مما يعود إلى فقر الموارد الطبيعية نفسها. خاصة إذا كانت هذه الإدارة تفتقر إلى الكفاءة، وتعاني من غياب النظرة الكلية التي تتعامل مع المسألة المائية من جميع جوانبها: الاقتصادية والسياسية والبيئية، ناهيك عن غياب كامل للتخطيط المستقبلي الذي يعد أمراً لا غنىً عنه في أي سياسة رشيدة لإدارة الموارد المائية. ولذلك تشتد الحاجة إلى وجود إدارة مائية متكاملة للموارد المائية يشترك فيها الخبراء والمختصون والمعنيون بالشأن المائي، ومن المفترض أن توضع خططاً تحقق الأمن المائي ولا تعيق التنمية المطلوبة.

ونظراً لمحدودية الموارد المائية في ليبيا، وزيادة معدلات الاستهلاك بشكل كبير، فقد ظهرت خلال العقود الأربعة الماضية مؤشرات لتدهور الوضع المائي في بعض المناطق، خاصة المناطق المتميزة بالكثافة السكانية والنشاط الزراعي والاقتصادي، متمثلاً في الهبوط المستمر لمناسيب المياه وبمعدلات كبيرة، وتدهور في نوعية المياه نتيجة تداخل مياه البحر في المناطق الساحلية، بالإضافة إلى التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة. ولكن بالرغم من هذا الوضع الراهن للموارد المائية، وما تعانيه البلاد من شح وندرة للموارد المائية المتجددة لا زلنا نمارس إدارة المياه بنفس الطريقة التي كنا نستعملها قبل ذلك. لقد حان الوقت لمراجعة كل مفاهيم إدارة المياه في البلاد قبل أن تتفاقم المشكلة وتؤدي إلى حدوث أزمة مائية خطيرة تهدد طموحاتنا في التنمية والاستقرار.

إذاً لا نبالغ إذا قلنا إن خروج الثروة المائية عن نطاق السيطرة الإدارية والفنية والرقابة الواعية وترشيد الاستهلاك، هو أخطر تهديد تواجهه البلاد، ولكن الفرصة لا زالت سانحة لتفادي الأسواء، وهذا يمكن أن يحدث إذا تضافر الجهود لإدارة مواردنا المائية إدارة دقيقة وتخطيط سليم ومتابعة مستمرة لتوفير واستغلال الثروة

المائية الاستغلال الأمثل والحد من الإسراف للمحافظة على هذه الثروة واستدامتها لمواكبة التطور في جميع المجالات، وهذا لا يتم إلا من خلال سياسة مائية علمية تضع مصلحة الأجيال القادمة فوق كل اعتبار.

لقد حان الوقت لأن يتم وضع إدارة الموارد المائية على رأس أولويات الجهات التنفيذية في الدولة الليبية، ليس ذلك باختيار أسم القطاع (وزارة أو مؤسسة أو هيئة)، بل ما يحتاجه قطاع المياه في ليبيا لمجابهة التحديات الحالية والمستقبلية، هو توفير البنية المؤسساتية المناسبة (مؤسسة قوية مستقلة إدارياً ومالياً) لها القدرة على المتابعة الجادة لتطور الأوضاع المائية في ليبيا، وأن تكون لها هيكلية إدارية مستقرة يتم تطويرها بما يتمشى مع الوضع المائي والتي تستطيع من خلالها القيام بالأعمال المنوطة بها على أكمل وجه، وإن تتضمن كوادر إدارية وفنية لهم الكفاءة والقدرة على إدارة هذا القطاع والتغلب على المشاكل والصعاب التي تعترض نشاطه، وإن يكون لهم القدرة في التعامل مع التحديات التي تواجه تنمية واستثمار الموارد المائية من خلال رؤية مستقبلية واعية وتخطيط سليم وسياسة مائية مناسبة لإدارة هذا المورد الثمين ، وتنميته وحمايته من الهدر والاستنزاف والتلوث.

11-2-2- بناء القدرات البشرية

أحد أهم أسباب ضعف المؤسسات التي لها علاقة بالموارد المائية هو عدم توفر العنصر البشري بالعدد الكافي والمؤهل تأهيلاً جيداً في مجال عمل قطاعات المياه، حيث تعاني أغلب مؤسسات المياه من نقص شديد في العنصر البشري المتخصص مقارنة بحجم العمل الذي تؤديه هذه المؤسسات.

التغلب على هذه المشكلة يتم ببذل الجهود لتدريب وتأهل العاملين بهذه القطاعات في كل مجالات المياه لمواكبة أحدث التطورات والتقنيات المستخدمة في إدارة الموارد المائية.

لتطوير القدرات البشرية العاملة في قطاع المياه يجب اتخاد الآتي:

أ- إعداد برامج يمكن تنفيذها على المدى القصير والمتوسط والطويل لتأهيل الكوادر العاملة في قطاع المياه فيما يتعلق بإدارة وتنمية واستغلال الموارد المائية ووضع آليات التمويل المستمرة لهذه البرامج من خلال ميزانيات التنمية والالتزام بتوفير هذه التمويلات.

ب- تأهيل وتدريب العناصر العاملة في مجال تقييم وتنمية وإدارة الموارد المائية، والتركيز على التدريب في مجال إستخدام التقنيات الحديثة، خاصة المجالات التي يتم فيها الاستعانة بالخبرات والشركات والمكاتب الأجنبية أهمها:

- النماذج الرياضية.
- نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.
- وسائل البحث والتنقيب على المياه الجوفية.
- تصميم وصيانة السدود.

ج- إعداد الكوادر البشرية اللازمة لتشغيل وصيانة محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومحطات تحلية مياه البحر والإهتمام بالتدريب في مجال صناعة مستلزمات التشغيل وقطع الغيار لهذه المحطات، ولإنجاح ذلك يجب الشروع الفوري في إدماج هذه الصناعة في المؤسسات التعليمية التقنية والخدمية لأعداد الكوادر الفنية والإدارية اللازمة لذلك.

د-توفير الكتب والمجلات والدوريات العلمية وذلك بتخصيص مبلغ مالي يكون ضمن ميزانية التحول يصرف سنوياً لتوفير الكتب والمجلات والدوريات العلمية وتطوير المكتبات وتجهيزها لتصبح مكتبات

تخصصية ونموذجية وايجاد مكان مناسب لهذه المكتبات يتسع للمطلعين والبحاث وطلبة الجامعات.

هـ- تفعيل وتكثيف المشاركة في الندوات والمؤتمرات وورش العمل المحلية والخارجية، وإشراك أكبر عدد من العاملين خاصة حديثي التخرج، وتشجيعهم للمشاركة بورقات علمية، وتحفيزهم مادياً ومعنوياً.

و- المشاركة وبفعالية في اللجان الفنية المحلية والخارجية، وكذلك في المنظمات العربية والاقليمية والدولية التي لها علاقة بالموارد المائية، حتى نتمكن من تكوين جيل يستطيع تمثيل البلاد في المحافل الدولية بصورة مشرفة.

11-2-3- الإدارة المتكاملة للموارد المائية

إن تخطيط وإدارة الموارد المائية على نحو متكامل يتطلب معرفة دقيقة للإمكانيات المائية المتاحة والاحتياجات والطلب على المياه اخذاً في الاعتبار استخدامات المياه للأغراض المختلفة، كما أن الإدارة المتكاملة تقتضي:

أ- التكامل بين مختلف الموارد المائية المتاحة التقليدية (المياه السطحية والجوفية) وغير التقليدية (تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي).

ب- التخطيط التكاملي الوطني بين كافة الجهات المعنية بتوفير واستخدام وإدارة المياه في ليبيا.

ج- تشجيع القطاع الخاص وجمعيات مستخدمي المياه في برامج تصميم وتشغيل مشروعات المياه وصنع القرارات التي تتعلق بإدارة المياه في مجالات استخدامهم.

ولتحقيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية لابد من احداث تغيرات أساسية في نظم الإدارة القائمة تتمثل في:

- إعداد استراتيجيات تكاملية تشمل كل القطاعات التي لها علاقة بالموارد المائية (توفير وإستخدام وإدارة).
- دراسة إحتياجات المشاريع الكبرى من المياه (شرب أو زراعة أو صناعة)، والبث في إختيار مواقع هذه المشاريع، وتحديد نوع المصدر المناسب للتزويد بالمياه، ومتابعة تنفيذ هذه المشاريع وتقييم مدى تأثيرها على الوضع المائي في المناطق المقامة عليها.
- اتخاذ التدابير الوقائية (اجراءات استباقية) للتخفيف من الآثار السلبية لنقص الإمداد المائي، ووضع استراتيجيات استباقية للحد من مخاطر ندرة المياه وتدهور نوعيتها.
- تغيير نمط استثمار الموارد المائية من عشوائي غير مدروس وبدون تخطيط إلى استراتيجي وفق خطط قصيرة ومتوسطة وطويلة المدى وتفادي التداخلات الظرفية.
- على اعتبار أن الزراعة هي المستهلك الأكبر للمياه في ليبيا لذلك فإن أي تقليص مهما كان صغيراً في هذا الطلب سيكون مهماً وسيحقق توفير كميات من المياه تغطي الاحتياجات المنزلية والصناعية القائمة أو المستقبلية، ولتحقيق إدارة مستدامة للمياه في مجال الزراعة يجب اتخاذ الاجراءات العملية التالية:

– إعادة النظر في السياسات الزراعية وتوجيهها وفق استراتيجية مائية وطنية متكاملة نذكر منها على سبيل المثال:

- اختيار المحاصيل الزراعية على أساس عائدها الاقتصادي على وحدة حجم المياه المستهلكة في إنتاجها.
- الحد من زراعة محاصيل الأعلاف نظراً لارتفاع معدلات استهلاكها لمياه الري وانخفاض مردوديتها الاقتصادية.
- الاتجاه إلى مفهوم المياه الافتراضية (المياه الكامنة)، والذي يمكن أن يساهم في حل مشكلة الندرة المائية في ليبيا، واعتباره أحد أهم الخيارات أو التدابير اللازمة لتخفيف الضغط عن الموارد المائية المحلية النادرة من خلال تقليل زراعة المحاصيل المستهلكة للمياه محلياً، والتشجيع على استيرادها من الدول ذات الوفرة المائية، وكذلك استيراد اللحوم والألبان ومشتقاتها من السوق العالمي.
- تطوير الدراسات والبحوث في مجال الزراعات البعلية بهدف تقليص الطلب على المحاصيل المروية.

- تحسين كفاءة استعمال المياه في الري من خلال تحسين شبكات الري لتقليص الفاقد واختيار نظم الري ذات الكفاءة العالية وفقاً للبيئة الليبية (نوعية التربة، نوع المحصول والمناخ) وتوفيرها بأسعار مناسبة والتشجيع على استخدامها.

- اعطاء الصبغة الرسمية للمزارع باستصدار تراخيص مزاولة الزراعة مثل أي مهنة أخرى وادخالهم في وضع السياسات المائية عن طريق الجمعيات الزراعية أو غيرها من منظمات المجتمع المدني.

- اعتبار أن المياه الجوفية ذات قيمة اقتصادية لها مردود اقتصادي والتركيز على زيادة انتاجية الوحدة المائية وليست وحدة المساحة.

- إخضاع بعض المناطق للحظر المطلق (لا يسمح فيها بالحفر) أو المقيد (يسمح فيها بالحفر في أضيق الحدود لأغراض الشرب) على النحو التالي:

- إخضاع مناطق سرير القطوسة وتمنهنت وسمنو والزيغن وأوباري والمنطق الممتدة من سبها حتى غدوة لنظام الحظر المطلق.
- إخضاع مناطق غات وتهالا والعوينات والمنطقة الممتدة من الأبيض إلى الحطية أوباري للحظر المقيد.
- إخضاع مناطق سهل بنغازي، حوض المرج، ميراد مسعود، وساحل درنة للحظر المطلق بسبب تدهور نوعية المياه.
- إخضاع مناطق البياضة، الغريب، سيدي سالم وزاوية العرقوب للحظر المطلق وذلك لحماية حقول آبار مياه الشرب أو لحماية مناطق مقترحة لانشاء حقول آبار مياه الشرب البديلة.

• بالرغم من أن كميات المياه المستخدمة للأغراض الحضرية صغيرة جداً مقارنة بالمياه المستخدمة في الزراعة، ولكن هناك بعض التدابير التي يمكن اتخادها لتقليص كميات المياه المستخدمة للأغراض الحضرية تشمل:

- حسن إدارة منظومات توفير المياه بما في ذلك منظومات النقل والتخزين والتوزيع وكذلك التشغيل والصيانة وتوفير كافة المتطلبات البشرية والمادية.
- صيانة شبكات تزويد المياه (كشف وإصلاح التسربات) واستبدال جميع شبكات تزويد المياه بشبكات حديثة ذات مواصفات وجودة عالية، واستكمال البنية التحتية لشبكات توزيع المياه. محطات الضخ الرئيسية والفرعية.

- تفعيل الرقابة والجباية وتطبيق رسوم استهلاك المياه على جميع المستعملين، ووقف التعامل مع الأدوات الميكانيكية واستبدالها بالعدادات الإلكترونية الذكية، وتطبيق نظام قراءة عن بعد لهذه العدادات.
- توفير واستعمال الأدوات والحنفيات الموفرة للمياه بالمنازل والأماكن العامة.
- فرض قيود على استخدام المياه في المدن الكبرى، فيما يتعلق بري الحدائق، وغسيل السيارات، أو ملء أحواض السباحة، وما إلى ذلك، وإمكانية إدخال نظام مزدوج لتوفير مياه البلدية، أحدهما لمياه الشرب والآخر للمياه المستخدمة للأغراض الأخرى.
- التوعية والترشيد لتقليص الإسراف في استعمال المياه.

11-2-4- بناء نظام وشبكة معلومات مائية وطنية متكاملة

يوفر هذا النظام المعلومات والبيانات الدقيقة والصحيحة اللازمة لتقييم الوضع المائي في ليبيا والتخطيط السليم ووضع السياسات الملائمة لإدارة الموارد المائية ضمن برامج أو استراتيجيات قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل ذات نظرة متكاملة لإدارة الموارد المائية لتحقيق تنمية مستدامة على المستوى المحلى والإقليمي.

يتضمن البرنامج تجميع وتوثيق كافة البيانات المتعلقة بمصادر المياه واللازمة لتقييمها وتنميتها وإدارتها من خلال نظام ارشفة الكترونية. تشمل هذه البيانات معدلات سقوط الامطار والبيانات المناخية، بيانات استعمالات الأراضي، بيانات استهلاك المياه للأغراض المختلفة، بيانات النقاط والمنشآت المائية، مصادر المياه (كمياتها ونوعياتها واستعمالاتها) والخصائص الجيولوجية والهيدروليكية والهيدروكيميائية للأحواض المائية وبيانات رصد ومراقبة خزانات المياه الجوفية كماً ونوعاً على أن يتم تحديث واستكمال هذه البيانات والمعلومات

ودراستها وتحليلها دورياً، وإعدادها بالشكل المناسب لتكون متاحة لمتخذي القرار والمعنيين بإدارة الموارد المائية لوضع السياسات والاستراتيجيات المائية بما يتمشى مع الوضع المائي.

إن توفير وتشجيع استخدام تقنية المعلومات والاتصالات دور مهم وفعال في تنمية وتطوير وسريان البيانات والمعلومات المائية والنتائج المتحصل عليها من تحليل هذه البيانات، وتساعد في تطوير الإدارة المستدامة للموارد المائية بشكل علمي، خاصة وان التطور التقني الذي شهده العالم مؤخراً ساهم في توفير الأدوات والبرمجيات المناسبة من أجهزة الحاسوب وقواعد المعلومات المتكاملة المرتبطة بنظام المعلومات الجغرافية، ونظم الاستشعار عن بعد، وشبكة المعلومات الدولية، والنماذج الرياضية، مما يسهل عملية جمع وتبويب وتخزين البيانات والمعلومات المتاحة ومتابعة تطور الأوضاع المائية.

11-2-5- إجراء واستكمال الدراسات الهيدروجيولوجية التفصيلية

أي سياسة أو مخططات مائية تهدف إلى توفير وتنمية واستغلال الثروة المائية الاستغلال الأمثل، ومواجهة التحديات والمشاكل التي تعترض إدارة الموارد المائية، تعتمد على البيانات المتعلقة بتواجد المياه من حيث الكمية والنوعية. الدراسات المائية (الهيدروجيولوجية) الاستكشافية والتفصيلية للتعرف على الموارد المائية بهدف وضع سياسات واستراتيجيات مائية تتمشى مع حقيقة الوضع المائي تعتمد على البيانات الدقيقة والصحيحة المتحصل عليها من حفر الآبار الاختبارية، ومتابعة التغيرات التي تطرأ على الخزانات الجوفية المستغلة، بالإضافة إلى العديد من الدراسات المتعلقة بتوفير بيانات مصادر المياه المختلفة، والمشاكل التي تعترض تنمية الموارد المائية بالصورة المطلوبة. هذه البيانات يمكن الحصول عليها من خلال الأتي:

أ- حفر آبار المياه الاختبارية

نظراً لأن ليبيا تعتمد بشكل رئيسي على موارد المياه الجوفية لتغطية جميع الاحتياجات المائية لمختلف الأغراض الحضرية والزراعية والصناعية، وحيث أن بعض المناطق تعاني من عدم توفر المياه اللازمة للاستخدامات المختلفة، والبعض الآخر يعاني من عجز في الإمداد المائي للأغراض الحضرية، كما أن هناك خزانات جوفية عميقة لم يتم إختراقها واختبارها للتعرف على امكانياتها المائية من حيث الكمية والنوعية، ومدى إمكانية استغلالها.

وبما أن حفر الآبار الاختبارية يعتبر من أهم الطرق والوسائل الاستكشافية في مجال البحث والتنقيب عن مصادر المياه الجوفية، وهي الطريقة الوحيدة للحصول على البيانات اللازمة لإجراء أي دراسة هيدروجيولوجية استكشافية أو تفصيلية، لذلك كان من ضمن نشاط قطاع المياه في ليبيا تنفيذ الحفر الاستكشافي بمناطق متفرقة من البلاد بهدف:

- البحث والتنقيب عن موارد مائية جديدة في بعض المناطق للاستخدامات المختلفة.
- التعرف على التتابع الطبقي، وتحديد الطبقات الحاملة للمياه (الخزانات الجوفية، أعماقها، سمكها، نوعها، وامتدادها الأفقي).
- التعرف على الخواص الهيدروليكية والهيدروكيميائية للطبقات الحاملة للمياه.
- إختراق السمك الكلي لبعض الخزانات الجوفية وتحديد خواصها وامكانياتها المائية.
- إيجاد مصادر مائية جديدة للإمداد المائي الحضري أو الزراعي أو الصناعي.

- دراسة علاقة الخزانات الجوفية ببعضها البعض رأسياً وأفقياً وحركة المياه الجوفية بالخزان الجوفي الواحد أو بين الطبقات المتعددة والتي لها اتصال هيدروليكي فيما بينها في الخزان الواحد أو الخزانات المختلفة.
- تحديد نوع الأنابيب والمواد المستخدمة في تصميم وتجهيز الآبار الإنتاجية والانشاءات المدنية.

الجدول (11-1) يوضح بيانات الآبار الاختبارية المقترحة في بعض مناطق ليبيا.

ب- استكمال الشبكة البيزومترية (شبكة آبار المراقبة)

لقد لوحظ أثناء تقييم شبكات أبار المراقبة تناقص شديد في عدد آبار المراقبة، وأصبحت هذه الشبكة لا تغطي الهدف من حيث التوزيع الجغرافي لآبار المراقبة، والخزانات الجوفية المستغلة المطلوب مراقبتها في بعض المناطق المائية، وهذا يرجع لعدة أسباب أهمها جفاف الطبقات السطحية في بعض المناطق، وانسداد البعض الآخر نتيجة الردم أو وجود عوائق، والبعض الآخر تم استغلالها كآبار إنتاجية، وبعضها تعرض للعبث، بالإضافة إلى عدم وجود آبار لمراقبة بعض الخزانات الجوفية المستغلة في بعض المناطق، مما أدى إلى قصور في توفير البيانات اللازمة لتقييم التأثيرات الناتجة عن استهلاك المياه الجوفية.

وفي سبيل تطوير عمل هذه الشبكة وتحسين أدائها، قامت فروع الهيئة بتقديم مقترحاتها لاستكمال الشبكة البيزومترية تتضمن عدد الآبار المطلوب حفرها، مواقعها، أعماقها، والخزانات الجوفية المطلوب مراقبتها، حيث تم توزيعها على عدة سنوات للتنفيذ. وهذا الأمر يتطلب اتخاذ بعض الاجراءات أهمها:

- تنفيذ المقترحات المقدمة من الفروع بخصوص حفر آبار مراقبة جديدة.
- صيانة الآبار التي تحتاج إلى صيانة.
- انشاء غرف حماية للآبار القائمة.

جدول (1-11) بيانات الآبار الاختبارية المقترحة في بعض مناطق ليبيا

الموقع	عدد الآبار الاختبارية	عدد آبار المراقبة	العمق (متر)	الغرض	ملاحظات
غات	2	2	750± 20%	اختراق السمك الكلي للخزان الجوفي الباليوزوي وتحديد خواصه الهيدروليكية	الاستعانة بمعلومات البئر 81/38 و TPW-8
العوينات	1	–	400± 20%	اختبار الخزان الجوفي لتكوين أكاكوس	
مرزق (المجدول)	1	–	775 ± 20%	تحديد الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي ما بعد التسيللي	بالقرب من بئر المراقبة س م 95/20/13
مرزق (القطرون)	1	–	750 ± 20%	تحديد الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي ما بعد التسيللي	بالقرب من بئر المراقبة س م 95/21/14
مرزق (تجرهي)	1	–	680 ± 20%	تحديد الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي ما بعد التسيللي	بالقرب من بئر المراقبة س م 95/22/15
بدر (سهل نالوت)	1	–	1500 ± 20%	اختراق الخزانات الجوفية العميقة واختبارها (رأس حامية والباليوزوي)	بالقرب من آبار النفط M_1-23 و I_2-23
شمال بدر (سهل نالوت)	1	–	1000 ± 20%	اختراق الخزانات الجوفية العميقة واختبارها (رأس حامية والباليوزوي)	بالقرب من بئر النفط C_2-23
شمال تكوت (سهل نالوت)	1	–	1500 ± 20%	اختراق الخزانات الجوفية العميقة واختبارها (رأس حامية والباليوزوي)	بالقرب من بئر النفط S_1-23
يفرن – الرباينة	1	.	1000 ± 20%	اختبار الخزان الجوفي أبوشيبة والعزيزية وتحديد إمكانياتها المائية	
سوق السبت (سهل الجفارة)	3	6	600 ± 20%	اختبار الخزان الجوفي أبوشيبة والعزيزية وتحديد خواصهما الهيدروليكية	البحث عن مصادر مائية بديلة لمدينة طرابلس
سوق الأحد – فم مللغة	3	6	600 ± 20%	اختبار الخزان الجوفي أبوشيبة والعزيزية وتحديد خواصهما الهيدروليكية	البحث عن مصادر مائية بديلة لمدينة طرابلس
القره بوللي	3	6	600 ± 20%	اختبار الخزان الجوفي أبوشيبة والعزيزيةوتحديد خواصهما الهيدروليكية	البحث عن مصادر مائية بديلة لمدينة طرابلس
طبرق	2	--	1500± 20%	اختبار طبقات الكريتاوي السفلي من حيث الانتاجية والنوعية	شرق بئر النفط C_1-33
الكفرة	2	2	1500± 20%	تحديد الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي ما بعد التسيللي	الاستعانة بمعلومات بئر النفط B_1-NC43
اجمالي عدد الآبار	**25**	**22**			

- توفير الأجهزة والمعدات اللازمة للقياس وتجهيز البيانات.
- إستخدام أجهزة القياس الذاتية (القياس عن بعد).
- إعداد قاعدة بيانات موحدة تتضمن كافة البيانات والمعلومات المتعلقة بالشبكة البيزومترية في ليبيا.
- انشاء وحدة الشبكة البيزومترية تتولى متابعة والإشراف على الفرق الحقلية بالفروع من خلال برامج تعد لهذا الغرض، كما تتولى إعداد التقارير الفنية الدورية تتضمن وضع الشبكة البيزومترية، وما تتطلبه لتنفيذ أعمالها، وإعداد قاعدة بيانات لتجميع وتبويب وحفظ بيانات آبار المراقبة، والبيانات المتحصل عليها من الشبكة البيزومترية وتحديثها دورياً.

ج- مقترح مشاريع الدراسات المائية

في إطار تنفيذ الدراسات والبحوث المائية العلمية والتطبيقية اللازمة لإدارة الموارد المائية، والمحافظة عليها وحمايتها من الهدر والإستنزاف والتلوث بهدف مواجهة التحديات والمتطلبات الحالية والمستقبلية للتنمية المستدامة في جميع المجالات، نقترح مشاريع الدراسات المائية التالية:

- تداخل مياه البحر على طول الشريط الساحلي الليبي.
- التكهفات بالجبل الأخضر.
- النترات بمياه الحساونة.
- علاقة إنتشار بعض الأمراض بنوعية المياه.
- تلوث المياه الجوفية وتأثيره الصحي والبيئي.
- تأثير المياه المصاحبة لإنتاج النفط على المياه والبيئة.
- ظاهرة تبخر المياه في السبخات وبحيرات السدود والمناطق المروية.
- استكمال منظومة المعلومات الهيدروجيولوجية.

- التغذية الاصطناعية (مياه السدود ومياه الصرف الصحي المعالجة).
- إعداد أطلس الوديان والعيون.
- دراسة إمكانية تنمية المنطقة الرعوية الممتدة من جنوب نالوت حتى مشارف مصراته.
- دراسة ظاهرة الأمطار الفجائية وعلاقتها بالتغيير المناخي، وإيجاد الحلول المناسبة للتقليل من مخاطرها.
- حصر وتصنيف المساحات المروية في ليبيا.
- إستكمال دراسات التربة شبه التفصيلية والتفصيلية.
- إعداد وطباعة الخرائط الهيدروجيولوجية لليبيا، نظراً لأهمية هذا النوع من الخرائط في توضيح توزع الموارد المائية ونوعيتها والاستثمارات القائمة عليها، لمساعدة متخذي القرار في توجيه الجهود التنموية تبعاً لذلك.

11-2-6- التوسع في إستخدام الموارد المائية غير التقليدية لمواجهة أزمة نقص المياه

تعتبر الموارد المائية غير التقليدية (مياه البحر المحلاة ومياه الصرف الصحي المعالجة) مهمة جداً لتضييق الفجوة القائمة بين الموارد المائية المتاحة والحاجات المستقبلية خاصة في المناطق التي تعاني من شح المياه.

أ- تحلية مياه البحر

يمكن الإعتماد على تحلية مياه البحر كمورد مائي لمواجهة مشاكل الإمداد المائي التى تعاني منها البلاد، وهي من أهم البدائل التى يمكن أن تساهم في سد الاحتياجات المائية لأغراض الشرب والصناعة، أو كخيار إستراتيجي للإمداد المائي المستقبلى، خصوصاً في المناطق ذات الكثافة السكانية الواقعة على طول امتداد الشريط الساحلي، وذلك من خلال إعداد برنامج وطني يهدف إلى استغلال

وتوطين تقنيات تحلية المياه من خلال تنفيذ المخططات التى أعدت للرفع من كفاءة وتحسين مستوى الأداء لهذه المحطات.

بمتابعة تطور التحلية عالمياً يمكن ملاحظة التقدم الكبير في التقنيات الذي إنعكس جلياً في تقليص التكاليف وزيادة عمر مكونات المحطات وتيسير عمليات تشغيلها مما يجعلها أكثر منافسة، خاصة وأنه تم حديثاً تطوير محطات متوسطة وصغيرة الحجم لتحلية المياه المالحة ذات إنتاجيات تتراوح ما بين 500 إلى 10,000 م^3/يوم وسهلة النقل من مكان إلى آخر، وتتميز بأنها تستهلك طاقة وتكاليف تشغيل قليلة، ويمكن إستخدام هذه المحطات على نطاق محلي في القرى والبلدات والتجمعات السكانية، وحتى على نطاق الفنادق (يمكن إقامة هذه المحطات في مواقع قريبة من مواقع الاستهلاك) دون الحاجة لتمديدات أو شبكات تصل إلى عشرات الكيلومترات أو أكثر. وهو أمر يناسب ظروف البلدان ذات المساحات الكبيرة التي تعاني من مشاكل البنية التحتية.

إستغلال وتوطين تقنيات تحلية المياه سيساهم في تقليص العجز المائي إذا تم الإهتمام بصيانة محطات التحلية القائمة وتنفيذ المشروعات المستقبلية وتحسين مستوى الأداء لهذه المحطات من خلال برنامج وطني يتضمن الأتي :

- يجب أن تكون تحلية المياه جزء من الميزان المائى للتغلب على العجز فى الموازنة المائية، حيث يمكن من خلالها تلبية الطلب المتزايد على المياه، خاصة فيما يتعلق بالإمداد المائي للإستخدام الحضري والصناعي في المناطق الساحلية المتميزة بالكثافة السكانية والنشاط الحضري والصناعي.
- البحث عن أفضل وأنسب التقنيات الموجودة في العالم في مجال تحليه المياه وتوظيفها من أجل تخفيض تكلفه توفير المياه المحلاة، وبناء محطات تحليه جديدة وتطوير الحالية، وذلك من خلال إعداد برنامج وطني

يهدف إلى إستغلال وتوطين تقنيات تحلية المياه وتنفيذ المخططات التى أعدت للرفع من كفاءة وتحسين مستوى الأداء لهذه المحطات.

- الإهتمام بإقامة محطات تحلية مزدوجة (إنتاج المياه والكهرباء)، أو انشاء محطات كهرباء خاصة بمحطات التحلية، وذلك للتغلب على مشاكل انقطاع التيار الكهربائي نتيجة الأعطال المتكررة.

- كحل سريع وعاجل لمشاكل الإمداد المائي في المدن الساحلية، يجب:

  - البدء في إقامة محطات التحلية الصغيرة والمتميزة بسهولة نقلها من مكان إلى آخر.
  - الإستفادة من المياه التي يتم إنتاجها من محطات توليد الطاقة الكهربائية.
  - كبرنامج طويل الأمد، يجب الإسراع في تنفيذ المحطات المستهدف إقامتها، خاصة وأن قرارات تنفيذها صادرة منذ عام 2013م على أن يتم طرحها من جديد واختيار مواصفات حديثة.

- التأكيد على أهمية التدريب وبناء القدرات وتطوير الكوادر الوطنية العاملة بالشركة العامة لتحلية المياه، وانشاء ورش مركزية لهذا الغرض بهدف توطين التقنيات الحديثة اللازمة لتشغيل وصيانة وصناعة بعض مكونات ومستلزمات التشغيل وقطع الغيار اللازمة لتشغيل محطات تحلية المياه، وإستخدام الطاقات البديلة والنظيفة مثل الطاقة الشمسية والمتوفرة إلى حد كبير في بلادنا.

ب- استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة

من الموارد المائية غير التقليدية الأخرى التي يمكن اعتبارها مستدامة، وذات جدوى اقتصادياً وبيئياً، مياه الصرف الصحي، هذه المياه يمكن الإستفادة منها

كمورد مائي إضافي بعد معالجتها، وهذا يمكن تحقيقه من خلال التأكيد على الأتي:

- إن هذا القطاع مازال في حاجة إلى مزيد من الجهود لتلبية الاحتياجات من الاستثمارات والنفقات الكبيرة المطلوبة لزيادة وتحسين مستوى الأداء، وهذا ما يتطلب إدارة هذا القطاع بدرجة عالية من الكفاءة، ووضع السياسات المناسبة والتي تعتمد على مدى توافر معلومات شاملة ودقيقة وتفصيلية والوصول إلى وضع مؤسسي وإداري مناسب يضمن مشاركة كافة الأطراف المؤثرة والمتأثرة بتنمية هذا القطاع وتحسين أداءوه.
- للإستفادة القصوى من الاستثمارات في مجالات معالجة مياه الصرف الصحي يجب إعداد الكوادر البشرية اللازمة للتشغيل والصيانة والاهتمام بصناعة مستلزمات التشغيل وقطع الغيار للمحطات.
- مياه الصرف الصحي يمكن أن تساهم في تقليص العجز المائي من خلال الحصول على موارد مائية إضافية، إذا تم الإهتمام باستكمال محطات وشبكات منظومات مياه الصرف الصحي وصيانة المحطات القائمة، وتطويرها بعد التغلب على الصعوبات والمشاكل التي أدت إلى تعطيلها عن العمل أو إلى تدني مستوى إنتاجها، واستخدام تقتيات معالجة متطورة وذات كفاءة عالية وإقتصادية ومناسبة للظروف المحلية.
- الإهتمام بنوعية مياه الصرف الصحي المعالجة من خلال تركيب منظومات للتطهير ومختبرات تحليل لمراقبة نوعية المياه واداء المحطات.
- العمل على منع اختلاط المصادر الأخرى لمياه الصرف مع شبكة الصرف الصحي الحضري، والحيلولة دون صرف مياه الصرف الصحي مباشرة إلى البحر أو في مجاري الأودية أو على سطح الأرض إلا بعد معالجتها وفق الأسس العلمية.

يمكن الاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة في ري بعض المحاصيل الزراعية على أن تكون المياه المستعملة ذات نوعية مقبولة ومطابقة للمواصفات والشروط. المحاصيل التي يمكن ريها بهذه المياه هي: الأشجار المثمرة وتشمل أشجار المشاتل، أشجار الحمضيات، النخيل، الرمان، والزيتون بشرط أن لا يتم ريها بطريقة الري بالرش، وفي ري الأعلاف والمسطحات الخضراء، والحدائق والمنتزهات، والغابات، والحبوب المعدة للبذور، والورود. ويمكن استعمالها في تنظيف الشوارع، وإطفاء الحرائق، على أن يتم تكثيف المراقبة الصحية لمستعملي المياه المعالجة، وحثهم على الالتزام بشروط الوقاية. كما يمكن دراسة مدى إمكانية استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في التغذية الاصطناعية لخزانات المياه الجوفية خاصة في المناطق التى تعاني عجزاً في مواردها المائية.

في هذا المجال يمكن الاستفادة من تجارب دول العالم في إستعمال مياه الصرف الحضري المعالجة والتي إكتسبت خبرة كبيرة في هذا المجال. ومن بين الدول العربية التي تستعمل مياه الصرف الصحي المعالجة تونس، المغرب، والأردن، والكويت. حيث تراوحت نسبة المياه المعالجة المعاد إستخدامها إلى إجمالي كميات المياه المنتجة في هذه الدول ما بين 26% إلى 100%. وبدأت كميات المياه المعالجة تدخل في الموازنة المائية لتلك الدول كمورد مائي إضافي بعد أن بلغت درجات معالجة المياه مرحلة متقدمة وصلت إلى الدرجة الثالثة أو حتى الرابعة

على سبيل المثال تمت أول تجربة لإستخدام المياه المعالجة في الري في دولة تونس منذ سنة 1965 وذلك لحماية أشجار الحمضيات بمنطقة سكرة بعد إستنزاف المياه الجوفية بهذه المنطقة، ثم تم تطوير إستخدام مياه

الصرف الصحي المعالجة في الري، حيث كانت المساحة المروية في سنة 1965 لا تتجاوز 1200هكتار، وأصبحت في سنة 2010 حوالي 8100 هكتار.

وأخيراً فإن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها يحقق فائدة مزدوجة وهي حماية البيئة والحد من تأثيرات المياه الملوثة السلبية على الصحة العامة والموارد المائية، وإضافة مورد مائي جديد يساهم في حل مشكلة ندرة وشح المياه.

11-2-7- حماية الموارد المائية من التلوث

حماية الموارد المائية المتوفرة أو التي يمكن أن تتوفر من الهدر والإستنزاف والتلوث كيميائياً وجرثومياً لمنع العناصر المسببة لتدهورها، ودعم الأبحاث العلمية التي تهدف إلى تقييم الأثر البيئي للأنشطة البشرية المختلفة والتنبؤ بمخاطر الملوثات المختلفة وذلك باتخاذ التدابير التالية:

- الحد من إستنزاف الأحواض المائية الجوفية وخاصة الساحلية منها.
- الإهتمام ببرامج صيانة آبار المياه للحفاظ والسيطرة على الثروة المائية المهدرة نتيجة عطب أو تآكل أنابيب التغليف أو إنهيار بعض الآبار، خاصة الإرتوازية لضمات استمرار عمل هذه الآبار لأطول فترة ممكنة.
- دراسة تأثير النفايات الصلبـة (مكبات القمامة)، والنفايات السائلة (مخلفات المصانع ومياه الصرف الصحي) على المياه الجوفية، وإعداد استراتيجية للتخلص من هذه المخلفات والاستفادة منها اقتصادياً.
- إستخدام نظام الدوائر المغلقة والذي يسمح بتكرار إعادة إستخدام مياه الصرف الصناعي المعالجة وذلك عن طريق تطبيق نظام يعمل على تجميع هذه المياه ومعالجتها طبقا لنوعية المياه.

- نظرا للتلوث الناجم عن تداخل مياه البحر بالشريط الساحلي الليبي وتحديداً من الحدود الليبية غرباً وحتى منطقة سهل بنغازي شرقا، واستكمالاً وتحديثا للدراسات السابقة فإن الأمر يتطلب إجراء دراسات تفصيلية لظاهرة تداخل مياه البحر لرصد سلوك هذه الظاهرة مع المياه الجوفية في الخزانات الجوفية الساحلية ومراقبتها ومتابعة التغير في ملوحة المياه الجوفية لتحديد مدي تفاقم هذه المشكلة وإقتراح الحلول المناسبة لمعالجتها والحد من آثارها.
- إيجاد الطرق المناسبة والمثلى للتخلص من مخلفات التنظيف بالورش والمصانع ومخلفات المستشفيات ومختبرات التحليل بدلاً من أن تضخ المخلفات السائلة مباشرة في المجاري وأن ترمى المخلفات الصلبة في القمامة العامة.
- تفادي التلوث الناتج عن استخدام الأسمدة والمبيدات وفرض رقابة شديدة على جميع المبيدات المستعملة، ومنع استخدام الأنواع التي اثبتت الدراسات أن لها بقايا في المياه والتربة والغذاء وفي البيئة بوجه عام، ودراسة مدى امكانية استخدام المكافحة التي تجمع بين الطرق الميكانيكية والطبيعية والحيوية وغيرها، والتقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية خاصة أسمدة النترات في المناطق المروية.
- ضرورة الإهتمام بجمع المعلومات المتعلقة بالتلوث الناتج عن المياه المصاحبة للنفط أو التي تستخدم لغرض الحقن للمحافظة على ضغط المكمن من حيث عدد آبار المياه المحفورة بحقول النفط لغرض إنتاج أو حقن المياه وأعماقها وكميات المياه المنتجة أو التي يتم حقنها ونوعية هذه المياه والطبقات التي تستخرج منها أو تحقن فيها والتأثير البيئي للمياه المصاحبة للنفط، وإلزام الشركات النفطية بتقديم المعلومات المتعلقة بذلك لجهات الاختصاص دورياً، وكذلك الزامها بحظر تصريف أية مادة ملوثة

ما لم يتم معالجتها طبقاً لأحدث النظم الفنية المتاحة، وسن التشريعات اللازمة لحماية المياه الجوفية والبيئة بمواقع حقول النفط من التلوث الناتج عن المياه المصاحبة لإنتاج النفط.

- إعداد البرامج والدراسات اللازمة لحماية مصبات المياه السطحية والعيون من التلوث الناتج عن رمي القمامة والمخلفات (الصناعية والبناء والمستشفيات) خاصة بالمناطق المتميزة بالظاهرة الكارستية.
- إعداد خرائط قابلية المياه الجوفية للتلوث وتحديثها دورياً بهدف تحديد المناطق ذات القابلية السريعة والسياسات والاستراتيجيات اللازمة لإدارة وحماية المياه الجوفية والحد من تلوثها، وهي مفيدة جداً لأغراض التخطيط والإدارة وتساعد على اتخاذ القرارات.
- دعم الجهات الرقابية والضبطية المعنية بحماية البيئة.

11-2-8- تحديث وتطوير التشريعات المائية

ورد في الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا للفترة (2000 – 2025م) ملاحظات على التشريعات المائية تضمنت عدم شمولية التشريعات لكافة جوانب موضوع المياه وعدم مواكبتها لتطورات قضايا المياه وتداخلها وتشعبها (تنمية وتطوراً واستخداماً وتلويثاً) في ظل الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المتداخلة، لذلك بات ضرورياً تفعيل وتنفيذ القوانين المائية بعد تحديثها وتطويرها لتتعامل مع الوضع الحالي وما يحدث من إستنزاف شديد للموارد المائية غير المتجددة في الأحواض المائية الجنوبية، ووقف حفر الآبار العشوائي والحد من انشاء المزارع المروية في كل مكان دون الأخذ في الاعتبار ما قد تتعرض له الخزانات الجوفية في هذه المناطق من نضوب وجفاف.

ومن هذا المنطلق أصبحنا في أمس الحاجة إلى مراجعة وتحديث وتطوير التشريعات المائية لتتناول جميع قضايا المياه، وتفعيل وتقوية آليات تنفيذها لما تلعبه التشريعات من دور مهم جداً في المحافظة على موارد المياه وفي نجاح السياسات والخطط المائية.

يمكن تحديث وتطوير هذه القوانين من خلال إضافة بعض المواد، وإجراء بعض التعديلات المطلوبة والتي لم يشملها قانون المياه رقم (3) لسنة 1982م وقانون البيئة رقم (15) لسنة 2003م كما هو مبين فيما يلي:

أ- مراجعة التشريعات والقوانين القائمة خاصة القانون رقم (3) لسنة 1982م، وتطويره ليتناول جميع قضايا المياه، وإلغاء المناشير والقرارات والقوانين التي تتعارض مع هذا القانون خاصة القانون رقم (9) لسنة 2003م.

ب- دراسة مدى إمكانية إضافة أو دمج مواد الفصل الرابع المتعلقة بحماية المصادر المائية الواردة في القانون رقم (15) لسنة 2003م في شأن حماية وتحسن البيئة إلى أو مع القانون رقم (3) لسنة 1982م ليصبح قانون واحد للمياه.

ج- إضافة المواد التالية:

- مواد خاصة بالمياه السطحية.
- مواد تتعلق بنطاق حماية الموارد المائية.
- مواد تنظم استخدام المياه في إنتاج النفط وحماية المياه الجوفية والبيئة من التلوث الناتج عن صرف المياه المصاحبة لإنتاج النفط.
- مواد تتعلق بإنتاج المياه المحلاة وتعبئة مياه الشرب في زجاجات أو عبوات خاصة بقصد بيعها للمستهلكين.
- إضافة مواد تنظم عمليات الري والصرف وإستخدام المضخات.
- سن تشريعات لتحفيز المواطنين على عدم تقزيم الرقع الزراعية.

- إضافة مواد للتشريعات المتعلقة بمنع زراعة محصول معين تنص على التعويض المادي المجزي للمتضررين من جراء تطبيقها.
- ضرورة وجود نص قانوني أو تشريع مناسب يلزم الجهات المستهلكة للمياه بالرجوع إلى وزارة (الهيئة العامة) الموارد المائية، وأخذ الموافقة المسبقة لإقامة أي مشروع أو التوسع فيه وفق الإمكانيات المائية المتاحة.

إن عدم تطبيق القوانين والتشريعات المائية بفعالية مجدية في الماضي وتعرضها للإهمال والإنتهاكات على مختلف المستويات المتعاملة مع الموارد المائية يستدعي إعادة النظر في الوسائل والأساليب والجهات التنفيذية لتحقيق مستهدفاتها، لذلك يجب أن يتضمن التحديث تحديد الجهة المعنية بإقتراح القوانين والتشريعات المائية والجهة المعنية بإصدار هذه القوانين والتشريعات، وكذلك الجهة المسئولة عن التنفيذ ومتابعته منعاً لصدور قرارات وقوانين تتعارض مع القوانين والتشريعات الصادرة بشأن تنظيم استغلال المياه وحمايتها من التلوث والمحافظة عليها.

11-2-9- التوعية وترشيد استهلاك المياه

أن ترشيد استهلاك المياه أصبح يُعدّ مؤشراً على المواطنة الصالحة ورمزاً للتحضّر وإسهاماً حقيقياً في حماية البيئة، كما أن ترشيد استهلاك المياه هو مطلب ديني ووطني على كل مواطن، وان مبادئ ديننا الإسلامي الحنيف تحثنا على الترشيد وتنهانا عن الإسراف في استعمال جميع الموارد وخاصة الماء الذي هو من أكبر نعم الله على العباد حيث أوصانا الله تعالى بالحفاظ عليه فقال تعالى: ﴿وكلوا واشربوا ولا تسرفوا انه لا يحب المسرفين﴾، (الأعراف: الآية 31)، ولنا في نبينا محمد صلى الله عليه وسلم قدوة حسنة في المحافظة على الماء والاقتصاد فيه،

ففي حديث انس رضي الله عنه كان النبي صلى الله عليه وسلم يتوضأ بالمد ويغتسل بالصاع إلى خمسة أمداد (رواه مسلم).

إذاً يعتبر ترشيد استهلاك المياه من المواضيع الحيوية التي يجب الأهتمام بها، ولا ينبغي تجاهلها وهي مسؤوليتنا جميعا من الفرد إلى الأسرة، ثم المجتمع والدولة للحفاظ على مواردنا المائية، وممارسة الأساليب الحضارية في التعامل مع المياه، وتكييف عاداتنا اليومية مع الحلول العملية التي تقدمها الدراسات العملية في هذا المجال. وهذا سيؤدي إلى الإستخدام الأمثل للمياه والاستفادة منها بأقل كمية وبأرخص التكاليف المالية الممكنة في جميع مجالات النشاط.

وعندما نتحدث عن ترشد الاستهلاك فإننا نهدف إلى توعية المستهلك بأهمية المياه باعتبارها أساس الحياة وتنمية الموارد المائية الذي أصبح مطلباً حيوياً لضمان التنمية المستدامة في كافة المجالات الحضرية والصناعية والزراعية، وذلك عن طريق العمل على تغيير الأنماط والعادات الاستهلاكية اليومية، بحيث يتسم السلوك الاستهلاكي للفرد أو للأسرة بالتعقل والاتزان والرشاد حيث يشب الأفراد على ممارسة العادات التي يجدون عليها الآباء والأمهات. ويجب العمل على تربية النفس والتوسط وعدم الإسراف في الماء والاستفادة من النعمة التي حبانا الله بها والحفاظ عليها. يعتبر ترشيد استهلاك الماء والأمن المائي من المفاهيم الحديثة التي باتت واسعة الانتشار بين أفراد المجتمع لأن لها علاقة مباشرة مع حياتهم اليومية.

إننا نحتاج إلى أن يعرف كلُّ فردٍ منا واجبَه، ويدرِك أهمية قيامه به، ويؤدِّيه على أحسن وجه، وأن يهتم بالمحافظة على كل قطرة ماء، ويُحِس في أعماقه بهذه المسؤولية.

أن الفرد وعلى المستوى الشخصي ينبغي أن يمارس دوراً أساسياً ومهماً في تحقيق عملية الترشيد، كما إن توعية المجتمع واجب وطني ومسؤولية تقع على عاتق كل فرد في المجتمع فلا بد من نشر الوعي المائي من خلال تثقيف الطفل منذ صغره

على عدم التبذير في استخدام المياه وإشراك المرأة في هموم وقضايا المياه وتوعيتها بندرتها وإرشادها إلى الاقتصاد في استعمالها وتنشئة أطفالها على ذلك.

من أهم الشرائح المستهدفة ببرامج الترشيد هم تلاميذ المدارس، وذلك عن طريق تربيتهم تربية مائية تركز على نشر الوعي المائي وتنمية المهارات والاتجاهات والسلوكيات السليمة لديهم للتعامل مع هذا المورد الثمين، انطلاقاً من إمكانية إعداد الفرد المتفهم لموارده المائية وأهميتها، والمدرك لظروفها، والواعي بما يواجهها من مشكلات وما يتهددها من أخطار، وما يترتب على ذلك من سلبيات، والقادر على المساهمة الايجابية في التغلب على هذه المشكلات والحد من تلك الأخطار.

لقد أهتم العديد من التربويين بتحديد الأهداف العامة التي تسعى التربية المائية إلى تحقيقها، سواء كان المستهدف هو التلميذ أو المعلم أو أفراد المجتمع أو المجتمع بأكمله، إن برامج التربية المائية تسعى إلى تنمية الحقائق والمفاهيم لدى أفراد المجتمع، المرتبطة بمختلف المجالات المتعلقة بالمياه.

ونظراً لأهمية الموارد المائية سواء كانت تقليدية أو غير تقليدية، وما تواجهه من مشكلات تهم كافة أفراد المجتمع وقطاعاته. تعتبر شريحة التلاميذ في مراحل التعليم المختلفة هي الفئة المستهدف لتنمية معارفها ومفاهيمها المتعلقة بالموارد المائية بشكل يجعلهم قادرين على التفاعل الإيجابي مع بيئتهم المائية، وتنمية مهاراتهم، وكذلك تنمية الوعي لديهم بوصفهم مطالبين في المستقبل باتخاذ القرارات التي تؤثر فيها تأثيراً إيجابياً، وتتصدى للمشكلات التي تتعرض لها.

وهنا يجب أن نشير إلى ما ورد في خطة العمل لتحقيق أهداف الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا للفترة 2000 – 2025م فيما يتعلق بتقليص العجز المائي، وذلك عن طريق الإهتمام بالإرشاد والتوعية المائية، والذي من خلاله يمكن توفير كمية كبيرة من المياه إذا تم تطوير سلوكيات المستخدمين للمياه وزيادة وعيهم ومعرفتهم بقضايا المياه خصوصاً في المجالات الزراعية، حيث قدرت كمية المياه التي يمكن توفيرها من خلال تطوير سلوكيات مستخدمي المياه بحوالي 20% إلى

40% من إجمالي الاستهلاك أو أكثر حسب فعالية برامج التوعية، لذلك يجب إعادة النظر في برامج التوعية القائمة وتطويرها وذلك من خلال:

- تفعيل دور الإعلام بوسائله المختلفة (المقروءة والمسموعة والمرئية)، والاستفادة من المساجد ومؤسسات المجتمع المدني والنوادي الرياضية والثقافية وحركة الكشافة والجامعات والمدارس وغيرها في توعية المواطنين بقضايا المياه وطرق المحافظة عليها، وحمايتها، على أن يتم عرض قضايا المياه بأساليب تضمن تقبل المتلقي والاستجابة لها، وان يتم تناولها بطريقة تتناسب مع أهمية وحساسية موضوع المياه.
- الإهتمام بتطوير المناهج والمقرارات التعليمية للرفع من الوعي والإدراك لكيفية المحافظة على موارد المياه والتعامل الأمثل مع هذه الموارد لاستثمارها في تنفيذ برامج التنمية المختلفة والتركيز على تنشئة أجيال المستقبل على مبادى حماية البيئة والموارد الطبيعية خاصة المياه.
- تناول موضوع المياه كقضية وطنية تستوجب تطوير ثقافة المجتمع لرفع درجة الوعي، ومن ثم المشاركة الايجابية في انجاح الاستراتيجيات الوطنية للمحافظة على المياه وحمايتها. وفي هذا الإطار يجب تطوير المساهمة الفنية (رسم، مسرح، أشرطة، قصة، مقال، شعر) وتنظيم الحملات والمعارض والمؤتمرات والندوات وحلقات النقاش للتعريف بالوضع المائي واستعراض التحديات التي تواجه إدارة الموارد المائية وأساليب حمايتها والمحافظة عليه وترشيد استهلاكها.

11-2-10- تحديث إستراتيجية الأمن المائي في ليبيا

أن المياه تعتبر من أهم مدخلات عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وأحد العوامل الرئيسية التي قد تهدد "الأمن القومي" للدولة، لذلك يجب أن يكون الأمن المائي هدفاً استراتيجياً، وأن تسخر جميع الإمكانيات لتحقيقه.

وقد احتلت مسألة الأمن المائي خلال السنوات الأخيرة الماضية المكانة الأولى في سلم الأولويات في العالم، وأصبح الحديث عنها لا يقل عن أهمية الحديث عن الأمن العسكري، ويكاد يزداد الأمر تعقيداً بالنسبة للمناطق التي تعاني من شح في مواردها المائية، حيث يرى البعض بأن ندرة المياه قد تؤدي إلى إحتمال توتر الأوضاع ونشوب حروب اقليمية في المستقبل.

إذاً تعتبر الموارد المائية المنطلق الأساسي لتنفيذ مخططات السياسات التنموية الشمولية لتحقيق الأهداف التي يسعى المجتمع إلى تحقيقها، وهذا لا يكون إلا عن طريق وضع استراتيجيات لإدارة وتنمية واستثمار هذه الموارد ومتابعة تنفيذ هذه الاستراتيجيات وتطويرها عن طريق التخطيط الوطني التكاملي بين كافة القطاعات والجهات المعنية بالمياه وتكييف الخطط التنموية للمجتمع مع ما يمكن أن تحققه هذه الموارد من أهداف اجتماعية واقتصادية وبيئية.

لقد سبق أن تم إعداد الإستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية في ليبيا 2000-2025م في سنة 1999م والاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015-2050م التي أعدت في عام 2014م لوقف الاتجاه المتنامي للعجز المائي الكمي والنوعي، وذلك من خلال عكس أنماط الاستهلاك ووضع أسس للتنمية المستدامة للموارد المائية تضمن المحافظة على مستويات المعيشة وعلى المكاسب الاجتماعية والاقتصادية للأجيال الحاضرة وتأمين حقوق الأجيال القادمة في حياة كريمة من خلال حماية الموارد المائية.

في إطار تطوير وتحديث الإستراتيجية الوطنية للأمن المائي لتحسين الاستهلاك المائي في ليبيا وضمان استمرار إمداده لكل القطاعات والأنشطة الاقتصادية والاجتماعية، وتقليلاً للعجز في الميزان المائي الحاصل في العقود المنصرمة وسوء إدارتها، يجب أن تقدم الاستراتيجية الوطنية المقترحة الرؤى التالية بشأن:

- قطاع تحلية مياه البحر والمياه الجوفية المالحة.

- معالجة مياه الصرف الصحي.
- إدارة قطاع المياه.

على أن تأخذ هذه الاستراتيجية في الاعتبار الآتي:

- الوضع المائي الراهن بدأ يصل إلى مستوى أزمة ستتفاقم مع مرور الزمن ويصعب بعد ذلك معالجته.
- اعتبار المياه مورد وطني يشكل أساس التنمية ويجب الحفاظ عليها من الهدر والإستنزاف والتلوث.
- يجب أن تتضمن أي استراتيجية جديدة للمياه مجموعة من الأهداف والغايات التي يتعين تحقيقها.
- إعداد استراتيجية شاملة لقطاع المياه تتصدى للتحديات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي تواجهه ليبيا خاصة في مجالات الري، الإمداد المائي، والصرف الصحي، وإدارة الموارد المائية.
- يجب أن تقدم استراتيجية المياه مجموعة من الإجراءات التي تمكّن مؤسسات القطاع العام والخاص من تحقيق رسالتها الأساسية، على أن يتم تحديد الاتجاه والنهج والسياسات التي يجب إتباعها.
- إقتراح إعدد استراتيجية الأمن المائي على مستوى الأحواض المائية في ليبيا، وذلك لأن كل حوض له خواصه الجيولوجية والهيدروليكية والهيدروكيميائية، بالإضافة إلى مصادر المياه المتاحة، عدد السكان وتوزيعهم الجغرافي والوضع المائي في كل حوض.
- لتحقيق أهداف الاستراتيجية الوطنية للمياه لا بد من وضع إطار زمني وعملي لتحقيق هذه الأهداف يتضمن خطوات التنفيذ، أسلوب التنفيذ، ومراحله وأولوياته، المدة الزمنية لكل مرحلة، ومتطلباتها البشرية والمالية

والمؤسساتية، مع وضع برنامج للمتابعة الدورية لمراحل التنفيذ وتقييم النتائج والتحديث الدوري لمحاور الاستراتيجية بناءً على ذلك.

- تحديث وتطوير القوانين بالشكل الذي يلائم الوضع المائي الراهن والمستقبلي لتحقيق الأمن المائي والتنمية المستدامة للموارد المائية.

- إعداد المخططات اللازمة لإدارة الازمات الناتجة عن:
  - الفيضانات الفجائية وسلامة السدود.
  - الجفاف والتصحر.
  - ثلوث مصادر المياه.
  - أعطال تزود المنشاءات المائية بالطاقة المفاجيء.
  - الأعطال المفاجئة بمحطات ضخ المياه ومحطات التحلية ومنظومات نقل المياه وغيرها.
  - النقص في الإمداد المائي للأغراض المنزلية.

على أن تتضمن هذه المخططات الخطوات الاستثنائية والبدائل اللازمة لمواجهة هذه الأزمات مثل انشاء حقول آبار المياه في المدن الرئيسية تستخدم عند حدوث نقص في الإمداد المائي، وكذلك انشاء خزانات إحتياطية لتخزين المياه المنقولة ومياه محطات التحلية الزائدة للإستفادة منها عند الضرورة بالإضافة إلى إمكانية استخدام المياه المحجوزة خلف السدود بعد معالجتها جرثومياً. كما يمكن توفير مزيد من المياه عن طريق خلط المياه الجوفية المالحة بمياه التحلية أو مياه النهر الصناعي أو مياه السدود لتغطية العجز في الإمداد المائي خاصة للأغراض الحضرية.

- مواجهة ظاهرة التغير المناخي وتأثيرها على الموارد المائية

تعتبر ليبيا من أكثر مناطق العالم جفافاً ومن المتوقع أن تواجه بشكل كبير تحديات خطيرة من جراء ظاهرة تغير المناخ في العقود القادمة نتيجة قلة

هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، وتكرار فترات الجفاف وما ينتج عنها من زيادة الضغوطات في المستقبل على الموارد المائية الشحيحة أصلاً، وما يترتب عليه من زيادة الطلب على المياه خاصة في قطاع الزراعة.

ولمواجهة والتقليل من تلك المخاطر وجب تبني وإعداد خطط واستراتيجيات ومشاريع وطنية تعنى بقضايا التغير المناخي وبناء القدرات وتعزيزها في مجالات الكشف والتكيف والتأقلم والتخفيف من تبعيات التغير المناخي وتقييم آثاره وانعكاساته على الموارد المائية والبيئة والزراعة وباقي قطاعات التنمية المختلفة، والعمل على توفير المعلومات لصانعي السياسات ومتخذي القررات وأصحاب المصلحة لدعم قراراتهم.

وفي هذا الإطار يمكن اتخاذ بعض الإجراءات اللازمة لذالك أهمها:

- إستكمال شبكات محطات الأرصاد الجوية خاصة في الأجزاء الجنوبية من البلاد.
- الإهتمام بالبيانات المناخية وجمعها وتبويبها بشكل دوري ومنتظم وإعداد قاعدة بيانات مناخية وإصدار أطلس مناخي وطني.
- إعداد خرائط توزيع معدلات الأمطار السنوية وتحديثها بشكل دوري.
- رصد وتتبع الظواهر المناخية المتطرفة التي تؤثر على ليبيا وتقييم علاقتها بتغير المناخ.
- .عرض ودراسة مؤشرات التغير المناخي ومحاكاة وتقييم آثارها من أجل إنتاج دليل وطني لمؤشرات التغير المناخي على ليبيا.
- متابعة ودراسة وتقييم حالة الموارد المائية (المياه الجوفية والسطحية) وإدارتها بطريقة تعزز القدرة على الصمود أمام تغير المناخ.

- إعداد برامج وخطط على المستوى الوطني لمراقبة موجات الحر الشديد والجفاف والفيضانات والسيول والعواصف المطرية وتطورها والإنذار المبكر بها.
- إنتاج خرائط لأكثر المناطق هشاشة وحساسية للجفاف والفيضانات وتصنيفها حسب المكان والزمان.

11-2-11- استثمار البحيرات والعيون الصحراوية سياحياً

تمثل الصحراء ما يزيد عن 80% من مساحة أراضي ليبيا وتشكل مورداً سياحياً هاماً، حيث يوجد بها العديد من معالم الجذب السياحي التي لها أهمية خاصة للسياح، وتشمل تلك المعالم المناظر الطبيعية المتنوعة مثل المواقع الجبلية، ومناطق الكثبان الرملية ذات الأشكال والألوان المتعددة, وأراضي حجرية، إضافة إلى مناطق الواحات، كما تشمل ظواهر فريدة تتمثل في البحيرات الصحراوية مثل بحيرة عين الذبان التي تقع شمال شرق مدينة غدامس، والبحيرات التي تنتشر في منطقة رملة الزلاف، بعض تلك البحيرة يعيش فيها كائنات حية أشبه باليرقات الصغيرة تسمى (دود البحيرة) يستخدمها سكان الصحراء كغذاء ولعلاج الأمراض الباطنة، كما أن مياه هذه البحيرات لها خواص فيزيائية وكيميائية تساعد في شفاء بعض الأمراض. وتعد بحيرة بزيمة التي تحيط بها رملة ربيانة والواقعة بالقرب من واحة الكفرة ذات إمكانيات سياحية هامة، وذلك لأن المياه الساخنة والأملاح الموجودة بها لها فوائد عديدة منها الاستشفاء من بعض الأمراض. بالإضافة إلى منطقة البراكين الخامدة مثل بركان واو الناموس الذي يحيط به عدد من البحيرات الجميلة، يوجد ببعضها عيون مياه عذبة.

وتعتبر واحة غدامس " لؤلؤة الصحراء" إحدى أهم البوابات للصحراء الكبرى، وقد كانت قديماً واحدة من أشهر المدن الأفريقية الشمالية التي لعبت دوراً تجارياً مهماً

بين شمال وجنوب الصحراء الكبرى، لذلك سميت أيضا "مدينة القوافل". وأدرجت غدامس على لائحة مواقع التراث العالمية في عام 1982.

تميزت هذه المدينة بأحد أهم معالمها والمتمثل في عين ماء تقع في وسط المدينة كان قد وصفها ياقوت الحموي في كتابه بأنها عينًا أزلية، وتسمى "عين الفرس" أو كما يسميها سكان غدامس "أغفسوف"، فهي تمثل أحد أهم رموز المدينة وقبلة الزائر لها من جهة وهي شريان الحياة، ومصدر العيش من جهة أخرى، كانت مياه العين تنساب إلى المدينة عبر قنوات (سواقي) تمر على معظم الجوامع والمساجد، والأراضي الزراعية داخل المدينة، وذلك من خلال النظام المتبع في توزيع مياه العين الذي يعرف (بالقادوس).

يوجد عدد كبير من العيون تنتشر في مناطق جبل نفوسة وعيون الجبل الأخضر المتميزة بإنتاجياتها العالية، وجودة مياهها، بالإضافة إلى عيون المنطقة الوسطى. بجانب أن هذه العيون هي مصادر للمياه، يمكن الإستفادة منها سياحياً كمنتزهات بعد تنظيفها وتهيئة المناطق التي حولها، خاصة وأن أغلب هذه العيون محاطة بالأشجار والنخيل والمرتفعات الجبلية.

كما تنتشر الوديان الجافة بصورة كبيرة في الصحراء الليبية وتعد هذه المناطق من أغنى مناطق الصحراء بالمياه الجوفية مما جعلها مناطق استيطان بشرى على مر العصور وبالإضافة إلى مناظرها الطبيعية نتيجة لإنتشار الواحات فيها، ومن أشهر وديان منطقة جنوب غرب ليبيا الصحراوية وادى الآجال ووادي الشاطى، وهذه الأودية تتمتع بشهرة سياحية كبيرة كونها مستقر لقبائل الجرمنت الليبية التي أقامت حضارة صحراوية مازالت أثارها باقية حتى الآن.

هذا الجمال الطبيعي المميز للصحراء الليبية بهدوئها وعزلتها وبساطة الحياة فيها تعتبر من أهم معالم السياحة الصحراوية التي تجذب السياح، وتساعد على إتاحة العديد من الفرص للقيام بأنشطة ترفيهية وثقافية وعلمية في هذه المنطقة.

المراجـع

– المراجع العربية

– **الباروني، سليمان و هنشير، الهادي (1990)** متابعة تطور الظروف الهيدروجيولوجية بحقل السواني. ندوة الإمداد بمياه الشرب 12–1990/3/14 بلدية طرابلس – ليبيا.

– **الباروني، سليمان صالح (1994)** تأثير الاستغلال المفرط للمياه الجوفية في ليبيا. ندوة المياه في الوطن العربي، 26–1994/11/28، الجمعية الجغرافية المصرية. المجلد الثاني. القاهرة – مصر.

– **الباروني، سليمان صالح (2000)** الإدارة المتكاملة للموارد المائية المتاحة في ليبيا. المؤتمر والمعرض الدولي للطاقة وتحلية المياه. 20– 2000/12/21م. طرابلس– ليبيا.

– **الباروني، سليمان صالح و عبود، سليمان موسى (2001)** الدراسة القطرية حول إستخدام تقنية الاستشعار عن بعد في الدراسات الهيدروجيولوجية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

– **الباروني، سليمان و هميلة محمد علي (2001)** دراسة قطرية عن مناهج إدارة واستخدام الموارد المائية في الزراعة، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

– **الباروني، سليمان صالح (2003)** الهبوط في منسوب المياه الناتج عن الاستغلال الجائر للمياه الجوفية في ليبيا. ورشة العمل الوطنية الأولى حول إدارة الموارد المائية "الاستغلال الجائر للموارد المائية الجوفية" 19 – 2003/10/22م، طرابلس– ليبيا.

– **الباروني، سليمان و أبوسرويل، المبروك (2003)** الموارد المائية بسهل الجفارة. الندوة العلمية حول الموارد الطبيعية والبيئة – شعبية طرابلس 5–2003/5/7 طرابلس– ليبيا.

- **الباروني، سليمان صالح و عبود، سليمان موسى (2004)** الورقة القطرية حول دراسة ترشيد إستخدام المياه الجوفية في الزراعة العربية، إدارة الموارد الطبيعية والبيئة – المنظمة العربية للتنمية الزراعية.
- **الباروني، سليمان صالح و الفطيسي، رشيد حسين و التلوع، حسين ميلود (2006)** موارد المياه الجوفية بمنطقة يفرن. ندوة علمية حول الوضع المائي بمنطقة يفرن (الواقع–الإمكانيات– الاستراتيجيات). جمعية المهندسين العلمية وشركة الاشغال العامة والخدمات يفرن. كلية الأداب – يفرن 12–2006/9/14م.
- **الباروني، سليمان صالح (2015)** الوضع المائي في ليبيا. مجلد أبحاث المؤتمر الوطني للمياه "إمكانيات وآفاق" 5– 2013/11/7م، الجمعية الليبية لعلوم الأرض، طرابلس– ليبيا.
- **الباروني، سليمان صالح (2015)** تأثير الاستغلال الجائر للمياه الجوفية بمنطقة سهل الجفارة بشمال غرب ليبيا. مجلد ابحاث المؤتمر الوطني للمياه "امكانيات وآفاق" 5– 2013/11/7م، الجمعية الليبية لعلوم الأرض، طرابلس– ليبيا.
- **الباروني، سليمان صالح (2016)** إستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات المائية. المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية (ليبيا جيوتك2). 6–2016/12/9م، طرابلس– ليبيا.
- **الباروني، سليمان صالح (2018)** المياه المصاحبة لإنتاج النفط مصدر لتلوث المياه الجوفية. مؤتمر ليبيا الدولي الأول للمياه "استدامة – تشريعات – تقنيات – اقتصاديات" 24–2018/04/26م، طرابلس– ليبيا.
- **الباروني، سليمان صالح (2018)** استراتيجيات إدارة الموارد المائية في ليبيا. مؤتمر ليبيا الدولي الأول للمياه "استدامة – تشريعات – تقنيات – اقتصاديات" 24–2018/04/26م، طرابلس– ليبيا.
- **الباروني، سليمان صالح (2018)** التحلية كخيار استراتيجي للإمداد المائي في المناطق الساحلية. المؤتمر العلمي لتحلية المياه "تحلية المياه – الواقع والمستقبل" 29–2018/06/30م، العجيلات – ليبيا.

- **تجربة ليبيا في مجال تحلية المياه (2010)** ورقة عرضت على اللجنة الفنية العلمية الاستشارية للمجلس الوزاري العربي للمياه في اجتماعها الثالث بالقاهرة 2010.
- **جهاز تنفيذ مشروعات الاسكان والمرافق (2010)** مشروعات محطات معالجة مياه الصرف الصحي في ليبيا. ورشة العمل حول التقنيات الملائمة لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بليبيا. 28-2010/7/29، طرابلس – ليبيا.
- **الرابطي، عبد القادر علي و الغويل، محمد خالد (1997)** تطور استخدام تقنيات تحلية المياه في ليبيا تحديات الحاضر وآفاق المستقبل. مجلة الهندسي، العدد 36-37، طرابلس- ليبيا.
- **الرابطي، عبد القادر علي و الغويل، محمد خالد (1997)** الإمداد المائي بمدينة طرابلس خلال الفترة 1977 - 1995. مجلة الهندسي، العدد 36-37، طرابلس- ليبيا.
- **الرابطي، عبد القادر (2003)** رؤية المياه في ليبيا على مشارف القرن 21. ورشة العمل الوطنية الأولى حول إدارة الموارد المائية " الاستغلال الجائر للموارد المائية الجوفية". 19-2003/10/22، طرابلس – ليبيا.
- **الرواشدة، زهران (2012)** مشكلة تلوث المياه الجوفية في إقليم الجبل الأخضر. المؤتمر الدولي الأول حول موارد المياه بالجبل الأخضر (الواقع والأفاق) 5-2012/06/7م. المجلة العلمية – مركز البحوث الزراعية الليبي (S2) 3، 1369 - 1415.
- **الفطيسي، رشيد حسين و السائح، عياد علي والتومي، محمد (2011)** وضع الشبكة البيزومترية في ليبيا (تقرير غير منشور). الهيئة العامة للمياه، طرابلس- ليبيا.
- **سالم، عبد الله محمد و السائح، عياد علي (2015)** التقرير الفني بخصوص متابعة آبار الشبكة البيزومترية خلال الفترة 2011 إلى 2015. الهيئة العامة للمياه، طرابلس- ليبيا.
- **سالم، عمر امحمد و الباروني، سليمان صالح (1994)** الأمن المائي في ليبيا. الندوة العلمية حول الأمن الغذائي: واقعه وإمكانات تحقيقه. 28-1994/5/29 الهيئة القومية للبحث العلمي. مصراته – ليبيا.

- **سالم، عمر امحمد (2003)** التشريعات المائية وصعوبة تطبيقها. ورشة العمل الوطنية الأولى حول إدارة الموارد المائية "الاستغلال الجائر للموارد المائية الجوفية" 19 – 2003/10/22م، طرابلس– ليبيا.
- **الفاضلي، خالد ابراهيم (2009)** بيانات الهطول المطري في ليبيا. المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية.
- **الفاضلي، خالد إبراهيم (2020)** مؤشرات التغير المناخي في ليبيا (تقرير غير منشور). المركز الوطني الليبي للارصاد الجوية، طرابلس – ليبيا.
- **الفاضلي، خالد إبراهيم (2021)** تقييم موسم أمطار 2021/2020 في ليبيا. المنتدى العربي لندرة وحصاد المياه وأثره الاجتماعي والاقتصادي والبيئي على التنمية المستدامة، 12–2021/07/13، المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء، طرابلس – ليبيا.
- **الكبير، علي احمد، و عيسى، القذافي محمد و خليفة، عبد المعطي محمود (2010)** الوضع القائم لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي. تقييم أداء وتحديات التشغيل بالشركة العامة للمياه والصرف الصحي. ورشة العمل حول التقنيات الملائمة لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بليبيا. 28–2010/7/29. طرابلس – ليبيا.
- **اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في ليبيا (1999)** دراسة الوضع المائي والاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية للفترة 2000–2025، طرابلس– ليبيا.
- **مجلس التخطيط الوطني (2014)** الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي 2015– 2050، طرابلس – ليبيا.
- **محفوظ، فاطمة شعبان و زيتون، عادل أحمد (1996).** تقدير تركيز الأمونيا في مياه الشرب. البحوث الصناعية. المجلد 5، العدد 2، طرابلس – ليبيا.
- **مركز بحوث الأحياء البحرية (2005)** التأثيرات الميكروبيولوجيا لمياه الصرف الصحي غير المعالجة على البيئة البحرية، تاجوراء– ليبيا.
- **المركز الوطني للأرصاد الجوية** بيانات المحطات المناخية في ليبيا.

- **الهيئة العامة للمياه (2006)** الوضع المائي في ليبيا. الهيئة العامة للمياه. طرابلس- ليبيا.

- **الهيئة العامة للمياه (1999-2009)** تقارير الشبكة البيزومترية في ليبيا (تقارير غير منشورة). الهيئة العامة للمياه. طرابلس- ليبيا.

- **الهيئة العامة للمياه (2010)** التوزيع الأمثل لآبار حقل منظومة الكفرة. نموذج رياضي لصالح جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي. إعداد شركة شلمبرجير.

- **الهيئة العامة للمياه (2011)** المياه الجوفية السرير- تازربو. نموذج رياضي لصالح جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي. إعداد شركة شلمبرجير.

- المراجع الأجنبية

Ahmad, M. U. et al. (1977). Water resources of Sarir well field, Libya. Mexico, Third World Congress on Water Resources. IWRA, pp1816-1829.

Ahmad, M. U. (1979). Water resources of Sarir well field 1 and 2. Unpublished report. SDWR. Tripoli-Libya.

Burdon, D. J. and Gonfiantini R. (1991). Lakes in the Awbārī sand sea of Fezzan, Libya. Geology of Libya. Third Symposium (eds M. J. Salem and M. N. Belaid). Elsevier, Amsterdam, Vol. 5, pp 2027 – 2041.

CEDARE. (2001). Regional strategy for the utilization of the Nubian Sandstone Aquifer System. 3 Volumes, IFAD.CEDARE. Cairo-Egypt.

Dubay, L. (1980). Ground water in Wādī ash Shati, Fezzan – A case history of resource development. Geology of Libya. Second Symposium (eds M. J. Salem and M. T. Busrewil). Academic Press, London, Vol. 2, pp 611 – 627.

ECOU and BRL. (1997). Water Resources, Final Report. Ghadamis Project,GWA,Tripoli. Libya.

ECOU and BRL. (1996).Calibration of the mathematical model.Water esources of Ghadamis Project,GWA,Tripoli. Libya.

Edmunds, W. M. and E. P. Wright (1979). Groundwater recharge and paleoclimate of the Sirt and Kufra basin, Libya. J.Hydrol.Vol.40, pp. 215-245.

Edmunds, W. M. (1980). The hydrogeochemical characterization of groundwater in the Sirt basin, using Strontium and other elements. Geology of Libya. Second Symposium (eds M. J. Salem and M. T. Busrewil). Academic Press, London, Vol. 2, pp 703 – 714.

El- Baruni,S.S. (1994). Earth fissures caused by groundwater withdrawal in Sarir south agricultural project area, Libya. Applied Hydrogeology. Vol.2, No.1.pp.45-52.

El- Baruni,S.S. (1995). Deterioration of quality of groundwater from Suani wellfield, Tripoli- Libya. Hydrogeology Journal. Vol.3, No.2.pp.58-64.

El- Baruni,S.S. (2003). An evaluation study of the water resources in the Jifārah plain. Geology of Northwest Libya. Sedimentary Basin of Libya - Second Symposium. Earth Science Society of Libya. Vol. 3.pp.299-310

El- Baruni,S.S., El Futasi R. H. and Maaruf A. M. (2003). Hydrogeology of Ghadāmis. Geology of Northwest Libya. Sedimentary Basin of Libya - Second Symposium. Earth Science Society of Libya. Vol. 3.pp.269-290

El- Baruni,S.S.and El Futasi R. H. (2008). The hydraulic properties of the main groundwater aquifers in the As Sarīr and Tāzirbū wellfields of the Great Man-made River Project. Geology of East Libya. Sedimentary Basin of Libya - Third Symposium. Earth Science Society of Libya. Vol. 4.pp.355-376.

El- Baruni,S.S.and El Futasi R. H. (2012). Hydrogeology of the Murzuq Basin. Sedimentary Basins of Libya. Fourth Symposium, Geology of southern Libya. Vol.1, pp 315- 341.

El-Fadli, K. I. (2009). Precipitation data of Libya. Unpublished report. Libyan National Meteorological Center. Tripoli-Libya.

El-Fadli, K. I. (2012). Climate change over Libya and impacts on agriculture. Thesis submitted to Cairo University for the degree of M. Sc. In Meteorology.

El Jawashi, S. A. and Abuhameda, M. A. (1999). Lead contamination in soil and vegetation around Al Fossol al Arbaa lead plant in Tripoli district. Petroleum Res. J. Vol. 11 (1999); pp 65 – 68. Petroleum Resear Center. Tripoli, Libya.

El Jawashi, S. A. et al. (2002). A case study of the contaminated soil and groundwater with petroleum products in Ghargoza area. Treatment and Remediation of Contaminated Soil & Groundwater with Petroleum Products Workshop and Exhibition 19 – 21 May 2002 Tripoli – Libya.

El-Ramly, I. M. (1979). Piezometric Network Evaluation. Unpublished report. WSD. Tripoli-Libya.

El-Ramly, I. M. (1983). Water resources study of zone 5 (Kufra and Sirte basins). Unpublished report. WSD. Tripoli-Libya.

Engineering Consulting Group. (1977). Hydro-agricultural development of the Sirte and Sarir area. Phase1. Final report. (Water production, Water transport, Soils, Agriculture and related activities + 57 maps).

Energoprojekt. (1975). Ghadames–Derj– Sinawan. Regional Hydrogeological Study. Final Report (10 books). Unpublished Rep. GWA, Tripoli, Libya.

Energoprojekt . (1977) . Regional Hydrogeological Study. Wadi Sawf al Jin – Wadi Zamzam – Al Jufrah . (Final Report + 11 Appendices). Unpublished Rep. SDWR Tripoli.

Flogel, H. (1978). Piezometric data. Gefara plain (1958-1977). SDWR. Unpublished Report. Tripoli ,197 hydrographs and 2 maps.

Flogel, H. (1979). Sea water intrusion study. SARALD/FAO project. Unpublished Report. Tripoli, 56p. 5 tables, 26 fig. and 3 maps.

GEFLI, (1972). Soil and water resources survey for hydro-agricultural development. Eastern zone. Council for Agricultural development. Libya. 5 vol. (3section: text, annexes and illustration).

GEFLI, (1972). Soil and water resources survey for hydro-agricultural development. Western zone. Council for Agricultural development. Libya. 5 vol. (3section: text, annexes and illustration).

GEFLI. (1976). Provisional Synthesis of Water Resources (Sirt-Zamzam Project).Documentation of Council for Agricultural Development. Unpublished Rep. Tripoli. Libya.

General Water Authority, Libya – Well Drilling Technical Reports.

General Water Authority, Libya. (2008). Al Kufrah basin- Wellfield optimization project for Man-made River Project. Unpublished report. Schlimberger Water Services. Tripoli. Libya.

General Water Authority, Libya. (2008). Jaghboub Area - Wellfield optimization project for Man-made River Project. Unpublished report. Schlimberger Water Services. Tripoli. Libya.

General Water Authority, Libya. (2011). Groundwater modeling of the Murzuq and Sarir al Gattusa Basins. Man-made River Project. Unpublished report. Vol. 1. Schlimberger Water Services. Tripoli. Libya.

General Water Authority, Libya. (2012). Pollution of groundwater in Desah area- Muruq. Final report. Merit Consulting Engineers. Unpublished report. Tripoli. Libya.

Geomath. (1990). Phase II – Western Jamahiriya System. Hydrogeological modeling of aquifers and wellfields. Final report. Great Man-made River Project. Tripoli, Libya.

German Water Group. (1977). Hydrogeological study on groundwater resources in the Kufra area. Final report. Agric. Dev. Council, Tripoli (7 vols.).

Goudarzi,G.H. (1970). Geology and mineral resources of Libya- A Recconnaissance. USGS. Prof. Paper,660. 140p.

Goudarzi,G.H. (1980). Structure – Libya. Geology of Libya. Second Symposium (eds M. J. Salem and M. T. Busrewil). Academic Press, London, Vol. 3, pp 879 – 892.

Idrotecneco. (1982). Hydrogeological study of Wādī ash Shati, Al Jufrah and Jabal Fezzan. Report to Secretariat of Agricultural Reclamation and Land Development, Libya. 8 Volumes. Unpublished Rep. Tripoli, Libya.

IRC. Geological Maps of Libya, Scale 1 : 250 000, 1 : 1000 000, 1 : 2000 000.

Jones, J. R. (1971). Groundwater provinces of Libyan Arab Republic.Geology of Libya Symposium (*eds* C. Gray). Faculty of Science, University of Libya, pp 449 – 457.

Krummenacher, R. (1982). Gefara plain water management plan project. Report on the groundwater resources of the Gefara plain. Unpublished report. 110p and 4 annexes. GWA Tripoli-Libya.

Kruseman,G.P and Flogel H. (1980). Hydrogeology of the Gefara, NW Libya. Geology of Libya. Second Symposium (eds M. J. Salem and M. T. Busrewil). Academic Press, London, Vol. 2, pp 763 – 777.

Massa, D. and Delort, T. (1984).Evolution du basin de Syrte (Libye) du Cambrien au Cre′tace′ basal. Bull. Soc. Ge′ol. Fr., (7),26 (6), pp.343-354.

Massuod, T. S.,Abuttweirat, F. and Elghawi, U. M. (2012). Chemical and radioactive content of oilfield produced water in Libya. Libyan Agricultural Research Center Journal International 3 (3): 155-159.

Milne-Home,W.A., Salloum F.M. and Sahli N. I. (2008). Hydrogeology, hydrogeochemistry and isotope hydrology of Al Kufrah and Sirt basin, Eastern Libya. Geology of East Libya. Sedimentary Basin of Libya - Third Symposium. Earth Science Society of Libya. Vol. 4.pp.343-354.

National Consulting Bureau and Mott Mac Donald. (1994). General plan for the utilization of the Great Man-made River waters. Phase II . GMRWUA. Tripoli-Libya.

Pallas, P. (1980). Water resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. Geology of Libya. Second Symposium (eds M. J. Salem and M. T. Busrewil). Academic Press, London, Vol. 2, pp 539 – 594.

Pierobon, E. S. T. (1991). Contribution to the stratigraphy of Murzuq basin, SW Libya. Geology of Libya. Third Symposium (eds M. J. Salem and M. N. Belaid). Elsevier, Amsterdam, Vol. 5, pp 1767 – 1783.

Regwa. (1993). Re-evaluation of the Tahala production wells. Unpublished Rep. Secretariat of Agricultural Reclamation, Land Rehabilitation and Animal Wealth. Tripoli - Libya.

Regwa. (1998). Groundwater investigation on Al Wigh – Tajarhi – Majdul area.. Unpublished Rep. Secretariat of Agricultural Reclamation, Land Rehabilitation and Animal Wealth. Tripoli - Libya.

Sahara and Sahel Observatory (OSS). (2004). The north- western sahara aquifer system. Hydrogeology. Vol.2.

Salem, O.M., Visser J.H., Dray M. and Gonfiantini R. (1980). Groundwater Flow Patterns in the Western Libyan Arab Jamahiriya Evaluated from Isotopic Data, IAEA, AG 158/12.

Salem, O.M. and EL-Baruni S.S. (1990). Hydrogeology of the Kikla Aquifer in NW Libya. International Conference on Groundwater in Large Sedimentary Basins, Perth.

Salem, O.M., EL-Baruni, S.S.And Soleiman O. E. (1994). National Status Report “Kufra and Sarir basin” submitted to CEDARE. Regional program on the development and utilization of the Nubian sandstone aquifer.GWA. Tripoli-Libya.

Sinha, S.C., Pandey, S.M., and EL Hossary,A. (1976) .Geophysical and Hydrogeological Studies in Ghadames, Hamada Basins. Unpublished Rep. GWA . Tripoli.

Srivastava, M.L. (1977). A note on the occurrence of springs in Ghadmes – Derj – Sinawan Area. Unpublished Report. General Water Authority, Tripoli.

Srivastava, M.L. (1981) . Regional Hydrogeological Study in Ghadmes – Derj – Sinawan Area. Unpublished Report. General Water Authority, Tripoli.

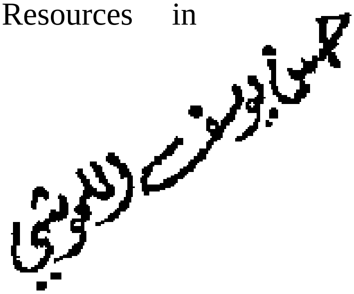
Wakuti. 1983. Detailed water resources study of zone B. Final Reports. SARLD. Tripoli. Libya.

Wakuti. (1984). Detailed water resources study of zone A. Final Reports. SARLD. Tripoli. Libya.

Wright, E.P., Benfield, A.C, Edmunds, W. M. and Kitching, R. (1982). Hydrogeology of the Kufra and Sirte basin, Eastern Libya. Q. J. Eng. Geol. V.15, pp. 83-103.

Wright, E.P., et al. (1973). Jalu-Tazerbo project, phase I. Final report. Unpublished report for Kufra Agricultural Co. Libyan Arab Republic. Inst. Geol. Sciences, London. 91 pages plus appendices.

Zouari, K. et al. (1988) Assessment of renewal rate of the Djeffara shared coastal aquifer by isotopic investigation. Third International Conference - Managing Shared Aquifer Resources in Africa. Tripoli – Libya.



المؤلف:

سليمان صالح سليمان الباروني



- تاريخ الميلاد: سنة 1954م
- تحصل على شهادة البكالوريوس من جامعة طرابلس، كلية العلوم، قسم الجيولوجيا سنة 1976م.
- تحصل على شهادة الماجستير في مجال علم المياه من جامعة لندن سنة 1984م.
- عمل بالهيئة العامة للمياه – طرابلس من 1976م وحتى 2018م.
- تقلد عدة مناصب إدارية وفنية طيلة عمله بالهيئة العامة للمياه.
- انتقل للعمل بالمركز المتقدم للتحاليل الكيميائية التابع للهيئة الليبية للبحث العلمي في عام 2018م.
- كلف بتولي مهام المدير العام وعضو مجلس إدارة الهيئة العامة للموارد المائية (2018 – 2019م).
- انتقل للعمل بالمركز الليبي للآستشعار عن بعد وعلوم الفضاء التابع للهيئة الليبية للبحث العلمي في عام 2022م.
- شارك في العديد من اللجان والفرق الفنية المحلية والإقليمية لتنفيذ بعض المشاريع الهامة المتعلقة بالدراسات ومخططات إدارة الموارد المائية.
- شارك بورقات بحثية في العديد من المؤتمرات والندوات وورش العمل والمجلات العلمية المحلية والإقليمية والدولية.
- المشاركة في إعداد الاستراتيجية الوطنية للأمن المائي، والمشاركة في اجتماعات اللجنة الفنية العلمية الاستشارية للمجلس الوزاري العربي للمياه.
- عضو بمجلس إدارة الهيئة المشتركة لدراسة وتنمية حوض الحجر الرملي النوبي المشترك بين ليبيا ومصر والسودان وتشاد (2018 – 2019م).
- عضو بآلية التشاور بحوض الصحراء الشمالي الغربي المشترك بين ليبيا وتونس والجزائر (2018 – 2019م).
- عضو بعدة جمعيات أهلية، شارك من خلالها في عدة أعمال أهلية تطوعية لها علاقة بتوعية وترشيد استهلاك المياه.

منشورات جامعة نالوت